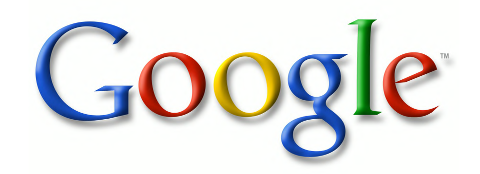


This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

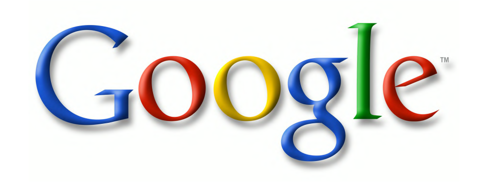
+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at http://books.google.com/



A propos de ce livre

Ceci est une copie numérique d'un ouvrage conservé depuis des générations dans les rayonnages d'une bibliothèque avant d'être numérisé avec précaution par Google dans le cadre d'un projet visant à permettre aux internautes de découvrir l'ensemble du patrimoine littéraire mondial en ligne.

Ce livre étant relativement ancien, il n'est plus protégé par la loi sur les droits d'auteur et appartient à présent au domaine public. L'expression "appartenir au domaine public" signifie que le livre en question n'a jamais été soumis aux droits d'auteur ou que ses droits légaux sont arrivés à expiration. Les conditions requises pour qu'un livre tombe dans le domaine public peuvent varier d'un pays à l'autre. Les livres libres de droit sont autant de liens avec le passé. Ils sont les témoins de la richesse de notre histoire, de notre patrimoine culturel et de la connaissance humaine et sont trop souvent difficilement accessibles au public.

Les notes de bas de page et autres annotations en marge du texte présentes dans le volume original sont reprises dans ce fichier, comme un souvenir du long chemin parcouru par l'ouvrage depuis la maison d'édition en passant par la bibliothèque pour finalement se retrouver entre vos mains.

Consignes d'utilisation

Google est fier de travailler en partenariat avec des bibliothèques à la numérisation des ouvrages appartenant au domaine public et de les rendre ainsi accessibles à tous. Ces livres sont en effet la propriété de tous et de toutes et nous sommes tout simplement les gardiens de ce patrimoine. Il s'agit toutefois d'un projet coûteux. Par conséquent et en vue de poursuivre la diffusion de ces ressources inépuisables, nous avons pris les dispositions nécessaires afin de prévenir les éventuels abus auxquels pourraient se livrer des sites marchands tiers, notamment en instaurant des contraintes techniques relatives aux requêtes automatisées.

Nous vous demandons également de:

+ *Ne pas utiliser les fichiers à des fins commerciales* Nous avons conçu le programme Google Recherche de Livres à l'usage des particuliers. Nous vous demandons donc d'utiliser uniquement ces fichiers à des fins personnelles. Ils ne sauraient en effet être employés dans un quelconque but commercial.
+ *Ne pas procéder à des requêtes automatisées* N'envoyez aucune requête automatisée quelle qu'elle soit au système Google. Si vous effectuez des recherches concernant les logiciels de traduction, la reconnaissance optique de caractères ou tout autre domaine nécessitant de disposer d'importantes quantités de texte, n'hésitez pas à nous contacter. Nous encourageons pour la réalisation de ce type de travaux l'utilisation des ouvrages et documents appartenant au domaine public et serions heureux de vous être utile.
+ *Ne pas supprimer l'attribution* Le filigrane Google contenu dans chaque fichier est indispensable pour informer les internautes de notre projet et leur permettre d'accéder à davantage de documents par l'intermédiaire du Programme Google Recherche de Livres. Ne le supprimez en aucun cas.
+ *Rester dans la légalité* Quelle que soit l'utilisation que vous comptez faire des fichiers, n'oubliez pas qu'il est de votre responsabilité de veiller à respecter la loi. Si un ouvrage appartient au domaine public américain, n'en déduisez pas pour autant qu'il en va de même dans les autres pays. La durée légale des droits d'auteur d'un livre varie d'un pays à l'autre. Nous ne sommes donc pas en mesure de répertorier les ouvrages dont l'utilisation est autorisée et ceux dont elle ne l'est pas. Ne croyez pas que le simple fait d'afficher un livre sur Google Recherche de Livres signifie que celui-ci peut être utilisé de quelque façon que ce soit dans le monde entier. La condamnation à laquelle vous vous exposeriez en cas de violation des droits d'auteur peut être sévère.

À propos du service Google Recherche de Livres

En favorisant la recherche et l'accès à un nombre croissant de livres disponibles dans de nombreuses langues, dont le français, Google souhaite contribuer à promouvoir la diversité culturelle grâce à Google Recherche de Livres. En effet, le Programme Google Recherche de Livres permet aux internautes de découvrir le patrimoine littéraire mondial, tout en aidant les auteurs et les éditeurs à élargir leur public. Vous pouvez effectuer des recherches en ligne dans le texte intégral de cet ouvrage à l'adresse `http://books.google.com`







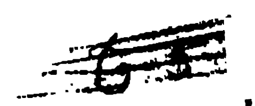
Barreswil
3-VO

DICTIONNAIRE

DE

HI MIE INDUSTRIELLE

TOME TROISIÈME



p. 355-663 is sometimes called tom. 4.

PARIS. — IMPRIMÉ CHEZ BONAVENTURE ET DUCESSOIS,
55 QUAI DES GRANDS-AUGUSTINS

DICTIONNAIRE

DE

IIMIE INDUSTRIELLE

PAR MM.

BARRESWIL ET **AIMÉ GIRARD**

AVEC LA COLLABORATION

DE M. DE LUCA,

ET DE MM. BALARD (de l'Institut), BARRAL, BAYVET, H. BOUILHET,
COLIN, DAVANNE, DECAUX, FANTET, GAUPILLAT,
GIRARDIN (de l'Institut), E. KOPP, LEGRAND, LESIEUR. MILLE.
:LIGOT (de l'Institut), RICHE, SAINTE-CLAIRE-DEVILLE (de l'Institut).
SALVETAT, VÉE, ETC.

TOME TROISIÈME



PARIS

DEZOBRY, F[d] TANDOU ET C[ie], LIBRAIRES-ÉDITEURS

78, RUE DES ÉCOLES

PRÈS DU MUSÉE DE CLUNY ET DE LA SORBONNE

1863

Tous droits réservés.



[redacted]

DICTIONNAIRE

DE

CHIMIE INDUSTRIELLE

MÉTAUX USUELS

CHAPITRE I. — FER, FONTE ET ACIER

I.—MINERAIS DE FER.—CLASSIFICATION ET PRÉPARATION.

Le fer est le plus important et le plus utile des métaux; sa production et son exploitation plus ou moins parfaites, plus ou moins développées caractérisent, pour ainsi dire, le degré de civilisation d'un peuple.

Les applications si nombreuses du fer, soit dans l'industrie, soit dans l'économie domestique, proviennent de la facilité avec laquelle ce métal, lorsqu'on modifie son mode de préparation, se transforme en produits de propriétés très-différentes, mais toujours extrêmement utiles.

Le fer se rencontre natif (fer météorique). Dans ce cas, il est ordinairement accompagné de 3 à 12 pour 100 de nickel et de traces de cobalt, manganèse, cuivre, carbone et phosphore.

On le trouve très-fréquemment en combinaison avec l'oxygène, avec le soufre (pyrites), et l'arsenic (mispickel), à l'état de phosphate (vivianite), d'arséniate (pharmakosidérite), de tungstate (wolfram), de carbonate de fer, de fer chromé, de fer titané, de fer silicaté, etc.

Les minerais oxydés sont seuls propres à la production industrielle du fer. Dans la grande majorité des cas, le traitement métallurgique consiste à réduire ces minerais de manière à obtenir de la fonte, à affiner la fonte pour la convertir en fer; le fer le plus pur est enfin converti par la cémentation en acier.

Ces minerais peuvent être classés de la manière suivante :

Oxyde de fer magnétique, $Fe^3O^4 = FeO + Fe^2O^3$.

Peroxyde de fer anhydre, Fe^2O^3, qui se sous-divise en fer oligiste, fer micacé, hématite rouge, et fer oxydé rouge compacte, granulaire ou terreux. Ces minerais sont un peu difficiles à traiter, mais fournissent généralement un fer excellent, très-pur, très-tenace et très-ductile.

Peroxyde de fer hydraté, qui présente les variétés suivantes : hématite brune et noire (cette dernière renferme du peroxyde de manganèse hydraté) ;

Oxyde de fer hydraté brun et jaune, compacte, granulaire, oolithique, en grains, minerai des prairies, simonite.

Ces minerais renferment souvent du phosphore, du soufre et de l'arsenic, quelquefois du cuivre. Ils sont faciles à réduire et fournissent souvent une fonte excellente pour le moulage, mais le fer qu'on en retire est généralement impur et de qualité inférieure.

Cabonate ferreux, CO^2FeO. — Lorsqu'il est assez pur, il constitue le fer spathique. La variété fibreuse et sous forme de rognons est appelée sphérosidérite. Ce sont d'excellents minerais, très-riches, très-purs, accompagnés souvent de manganèse et très-propres à la production de fontes aciéreuses.

Dans le terrain houiller, on trouve le fer carbonaté lithoïde ou fer carbonaté des houillères, le minerai de fer par excellence de l'Angleterre (*coal measure iron stones*, *blackband*). Ce minerai est généralement accompagné de calcaire, quelquefois d'argile et se rencontre souvent mélangé à la houille, ce qui a permis de donner à son exploitation un développement immense. Mais comme il renferme fréquemment des phosphates et des sulfures, la fonte et le fer qui en résultent sont souvent de qualité très-inférieure.

Silicates de fer. Pistacite, amphibole, pyroxène. — Ces minerais sont rarement exploités seuls, mais on les ajoute quelquefois comme fondants.

Les minerais, au sortir de la mine, sont ordinairement triés et concassés, s'ils ne sont déjà dans un état de division convenable ; quelquefois on les soumet au lavage après les avoir pulvérisés ou bocardés, pour les séparer d'un excès de gangue. Souvent on les
:ille pour les rendre plus friables et plus poreux et pour amé-
leur qualité, lorsqu'ils contiennent des pyrites ferrugi-
ı cuivreuses. Une partie du soufre se dégage pendant le
et les minerais étant ensuite exposés à l'air et à l'humi-

[redacted]

dité, l'eau peut entraîner une autre partie de soufre et de cuivre à l'état de sulfates de fer et de cuivre solubles.

Pour le traitement des minerais dans le haut fourneau, il est de la plus grande importance d'être parfaitement renseigné :

1° Sur la richesse du minerai en fer : des minerais renfermant moins de 15 pour 100 de fer ne valent pas la peine d'être exploités, et des minerais contenant plus de 50 pour 100 de fer présentent trop de difficultés pour être fondus avantageusement. Dans ces cas, on mélange les minerais pauvres avec les minerais trop riches, de manière à obtenir un mélange renfermant de 30 à 40 pour 100 de fer ;

2° Sur la nature des gangues ou substances terreuses et siliceuses accompagnant le minerai de fer proprement dit.

Dans le haut fourneau, ces gangues doivent être amenées à l'état de fusion ou de scories, pour que les globules de fonte puissent se réunir et s'en séparer. Or, la silice, la chaux, l'alumine, la magnésie sont infusibles; les silicates et bisilicates calcique, aluminique, magnésique sont excessivement peu fusibles, tandis que les silicates ou bisilicates doubles ou triples sont très-fusibles.

L'expérience a démontré que le bisilicate double d'alumine et de chaux, $Ca^3 Si^2 + Al Si^2$, constitue la scorie la plus favorable dans laquelle une partie de la chaux peut être remplacée par de la magnésie. Il importe donc de mélanger des minerais de fer siliceux avec des minerais calcaires et argileux ou magnésiens dans des proportions telles, que la composition des matières terreuses du mélange se rapproche le plus possible des proportions indiquées.

Les minerais de fer siliceux et alumineux étant les plus abondants, on est ordinairement obligé d'ajouter une certaine proportion de chaux ou de calcaire (castine) pour obtenir une scorie ou un laitier convenable ;

3° Sur les proportions de soufre, de phosphore et d'arsenic, de cuivre ou de titane que peuvent renfermer les minerais. Toutes ces substances, surtout les quatre premières, exercent généralement une action nuisible. Le soufre se rencontre à l'état de pyrite ferrugineuse ou cuivreuse, de galène, de blende, ou de sulfate de baryte ou de chaux. On le combat par une forte soufflerie, par l'emploi de l'air surchauffé, par une haute température et une forte addition de chaux. Le phosphore se rencontre à l'état d'apatite, de phosphate ferrique et de fossiles incrustés dans le calcaire. On a cherché à l'éliminer, tantôt par l'emploi d'une température basse, tantôt par une température surélevée,

dans les deux cas avec addition de chaux, et quelquefois de sel marin ou de peroxyde de manganèse. L'arsenic se rencontre et se comporte d'une manière analogue au phosphore. Le fer titané étant très-difficile à carburer et à fondre, on ajoute à la fois de la silice et de la chaux, ou d'après Scheerer, des composés renfermant des alcalis fixes.

Il ne faut point perdre de vue que l'oxyde ferreux peut remplacer la chaux et donner naissance comme elle à des silicates doubles très-fusibles. Si donc l'on n'ajoute pas assez de chaux à des minerais de fer siliceux et argileux, on obtient encore des scories très-fusibles, mais c'est aux dépens du rendement en fonte; une partie du minerai de fer se retrouve, dans ce cas, dans les scories, qui sont vertes, bleues ou même presque noires, et qui sont constituées par des silicates doubles d'alumine et d'oxyde ferreux. Le fluorure de calcium est souvent employé avec grand avantage dans le traitement de minerais peu fusibles, puisqu'il contribue puissamment à former des scories très-fluides et très-fusibles.

L'expérience a démontré que, pour 100 parties de fonte, il est utile que les scories présentent les proportions suivantes :

Pour les hauts fourneaux au charbon de bois, produisant des fontes destinées à être affinées, 120-170 parties de scories; pour ceux produisant de la fonte grise de moulage, 230-280 parties; pour les hauts fourneaux au coke, produisant de la fonte blanche ou de la fonte truitée, 137-201 parties de scories; pour ceux produisant de la fonte grise, 259-298 parties de scories.

Essai des minerais de fer.—Dans les usines, on essaye souvent les minerais, en les réduisant dans des creusets brasqués avec une addition convenable de fondants. Le minerai, ou le mélange de minerai et de castine, est satisfaisant lorsqu'on obtient un culot de fonte cassante, d'un gris foncé, bien réussi, sous une scorie bien fondue d'un gris clair ou ayant l'apparence de l'émail.

II.—PRODUCTION DE LA FONTE.

HAUT FOURNEAU.

Nous croyons inutile d'entrer dans de grands détails sur les ...férents systèmes de hauts fourneaux (à coke, à houille, au ...n de bois, à air froid ou à air chaud, avec prise des gaz ...tibles ou à gueulard ouvert), sur leur construction, leur train, etc., parce que pour en avoir des notions suffisam-

[redacted]

ment exactes et utilisables, il faudra toujours avoir recours à des traités spéciaux sur la métallurgie du fer.

Les fig. 385 et 386 représentent un haut fourneau au coke, alimenté d'air surchauffé.

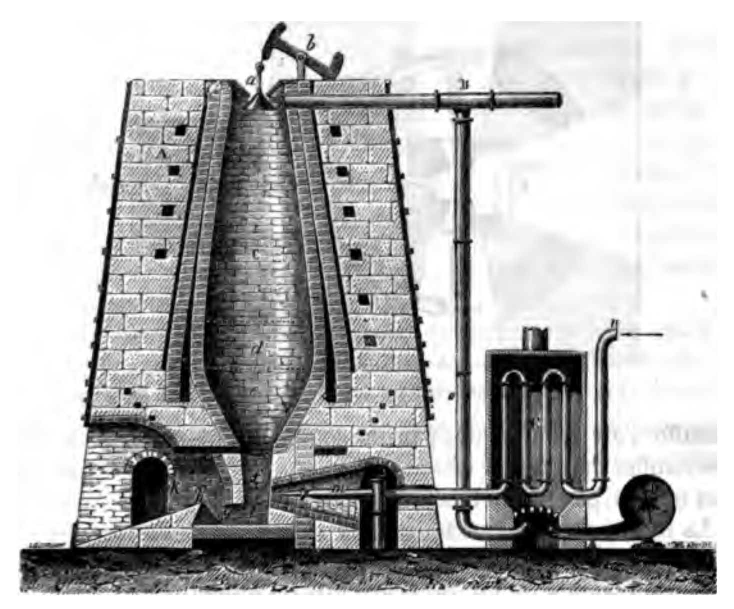


Fig. 385.—Coupe d'un haut fourneau au coke alimenté par l'air surchauffé.

La partie supérieure ou gueulard est complétement fermée par un cône en fonte mobile *a* pouvant s'appliquer exactement contre la circonférence la plus petite d'un tronc de cône renversé, également en fonte, dont la circonférence la plus large s'appuie sur les parois du haut fourneau. Pour introduire les charges de minerai, de combustible et de castine dans le *gueulard*, on abaisse le cône, et les matériaux glissant le long de sa surface viennent tomber contre les parois de la *cuve* C, nom que porte la capacité intérieure comprise entre le gueulard et le *ventre d*, c'est-à-dire la base la plus large de ce tronc de cône. Le tronc de cône renversé, placé au-dessous, s'appelle *les étalages e;* puis vient *l'ouvrage f* qui s'étend depuis les étalages jusqu'aux *tuyères m*. Enfin la partie inférieure forme le *creuset l* où se rassemble la fonte. Ce creuset est allongé et s'avance vers le devant du haut fourneau où se trouve *l'embrasure du travail k*. Cette partie antérieure du creuset se nomme *l'avant-creuset g,* qui est fermé par un petit mur incliné

recouvert d'une plaque de fonte ou *d'âme h*, par-dessus laquelle s'écoulent les laitiers.

Une partie des gaz combustibles est conduite dans un four à sur-

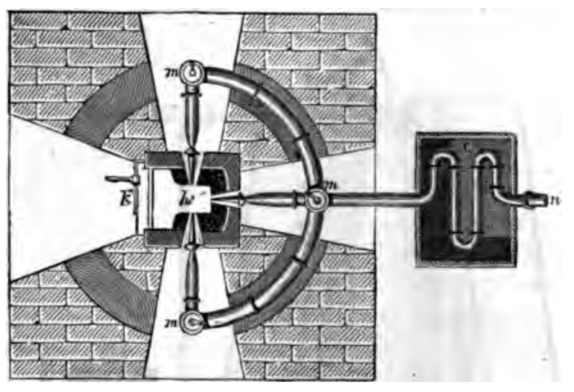


Fig. 386. — Plan du haut fourneau au coke (fig. 385).

chauffer l'air C, où, brulés par une soufflerie puissante, ils servent à échauffer l'air qui traverse des tuyaux en fonte avant d'arriver aux *tuyères*, par lesquelles il est chassé dans le haut fourneau.

La hauteur des hauts fourneaux est très-variable (de 10 à 20 mètres). Elle doit être d'autant plus grande, que le combustible est plus compacte et le minerai plus dificile à fondre.

Examinons maintenant les réactions qui s'opèrent dans l'intérieur du haut fourneau. La charge déversée dans le gueulard passe d'abord dans la zone d'échauffement ou de distillation (120-300° cent.); elle perd de l'eau, de l'acide carbonique et peut-être un peu de soufre. En descendant elle arrive dans la zone de réduction (400-600°). L'oxyde ferrique passe successivement sous l'influence des gaz réducteurs à l'état de (Fe^2O^3,FeO), puis (Fe^3O^4,Fe^2O^3), puis (FeO), et se convertit enfin en fer métallique. En même temps, les composés oxydés du soufre et du phosphore se réduisent et donnent naissance à des sulfures et phosphures métalliques; les oxydes supérieurs du manganèse se réduisent à l'état d'oxyde manganeux.

En descendant davantage, le fer arrive dans la zone de carburation (qui occupe le ventre et les étalages du haut fourneau). En contact avec les gaz carburés et le charbon, probablement aussi sous l'influence du cyanogène, le fer se carbure de plus en plus. Cette action est favorisée par le ralentissement de la descente provenant du fort rétrécissement des étalages à partir

[redacted]

du ventre. Les matières siliceuses et terreuses, se fondant, commencent aussi à réagir les unes sur les autres pour donner naissance à des silicates plus ou moins basiques.

En arrivant dans la zone de fusion, les scories et le fer carburé entrent en fusion complète, et la séparation a lieu en vertu de la différence de densité de la fonte et des silicates terreux. Si dans l'ouvrage la température n'est pas beaucoup plus élevée que le point de fusion du carbure, Fe^4C, point qui est à peine supérieur à celui où la silice commence à être réduite pour donner naissance au silicium, il en résulte que ce carbure, Fe^4C, n'est guère altéré et qu'on obtient dans le creuset de la fonte blanche non graphiteuse ou très-peu graphiteuse ; dans ce dernier cas, l'élimination du graphite est due au déplacement du carbone par une petite quantité de silicium.

Si, au contraire, la température devant les tuyères est très-élevée, le carbure, Fe^4C, est décomposé ; il perd la moitié de son carbone à l'état de graphite et se réduit en Fe^8C ; en même temps, il y a absorption de silicium, souvent en quantité très-notable. Le résultat est donc la formation de fonte grise qui se rassemble dans le creuset.

EMPLOI DE L'AIR SURCHAUFFÉ.

En alimentant le haut fourneau d'air surchauffé, les charges descendent plus lentement, parce qu'avec une même section de tuyères et une même pression on y lance un poids d'air moins grand quoique le volume soit plus considérable. En effet, les quantités d'air écoulées sont directement proportionnelles aux vitesses qui, elles-mêmes, sont inversement proportionnelles aux racines carrées des densités. L'air chauffé à 267° cent. n'ayant pas la moitié de la densité de l'air à 0°, les vitesses d'écoulement sont $= \sqrt{2} : \sqrt{1}$ ou $= 1,41 : 1,0$.

Il en résulte, si la même quantité d'air chaud doit être lancée dans le haut fourneau, qu'il faut en augmenter la pression ou agrandir l'ouverture des tuyères.

L'emploi de l'air surchauffé a pour effet d'augmenter considérablement la température dans l'ouvrage, ce qui se reconnaît à la fluidité des scories, à la nature de la fonte, à l'éclat devant les tuyères, et permet de diminuer la proportion des fondants et du combustible. On observe en même temps que la cuve reste plus froide. Cet effet, en apparence anormal, provient de ce que la chaleur se concentre dans un plus petit espace. Le combustible y

brûle plus complétement; tout l'oxygène est absorbé et il n'y a pas de combustion dans les couches supérieures.

Au contraire, l'air froid lancé dans le haut fourneau est obligé de s'échauffer d'abord aux dépens des matériaux qu'il rencontre; la zone de combustion devient, par là même, plus étendue, et il peut même arriver qu'une partie de l'oxygène y reste libre et ne se combine que plus haut avec le combustible, qui, dans ce cas, est consumé en pure perte.

L'économie de combustible, par suite de l'emploi de l'air surchauffé, a été trouvée de 15 à 20 pour 100 pour les hauts fourneaux au charbon de bois, de 40 pour 100 et même de 70 pour 100 pour ceux au coke et surtout pour ceux à la houille. L'emploi direct de la houille n'est même possible qu'à la condition d'employer l'air chaud. En outre, la production de la fonte dans un temps donné peut augmenter de près de 50 pour 100, parce que la fusion s'opère plus rapidement; la marche du fourneau est plus régulière, la fonte se sépare plus facilement des scories, des accidents sont moins à redouter et l'on peut traiter des minerais de qualité inférieure.

Mais à côté de ces avantages il se présente aussi des inconvénients. La fonte fondue à une très-haute température se combine plus facilement avec de fortes proportions de silicium, de phosphore, d'aluminium, de calcium, de magnésium, et devient par là même moins apte à fournir par l'affinage un fer nerveux et de bonne qualité. En outre, les objets moulés avec une pareille fonte sont très-cassants, de structure inégale et, par suite, se contractent très-irrégulièrement.

Nous nous empressons cependant de faire observer qu'à la faveur de cette haute température on parvient souvent à éliminer un corps nuisible par l'autre. C'est ainsi, par exemple, que le silicium élimine le carbone, de manière qu'une fonte blanche non siliceuse peut parfaitement contenir jusqu'à 5 pour 100 de carbone, tandis qu'il est bien rare qu'une fonte siliceuse en renferme plus de 3 pour 100; d'un autre côté, la présence du soufre et du phosphore est un obstacle à l'absorption du silicium, et l'on a déjà observé que le soufre et le silicium s'éliminaient mutuellement de la fonte à l'état de sulfure de silicium.

UTILISATION DES GAZ DU HAUT FOURNEAU.

La composition des gaz varie suivant la nature du combustible et d'après la hauteur au-dessus des tuyères.

[redacted]

Le tableau suivant présente les résultats de plusieurs analyses de ces gaz :

	HAUT FOURNEAU AU CHARBON DE BOIS.						
	(Bunsen).				(Scheerer et Langberg).		
Hauteur au-dessus des tuyères.	2^{m}	4^{m}	5^{m}	6^{m}	$3^{m}1/3$	$5^{m}1/2$	8^{m}
Azote	64.58	63.89	66.29	62.34	64.43	64.28	64.97
Oxyde de carbone	26.51	29.27	25.77	34.20	8.04	29.17	26.38
Acide carbonique	6.97	3.60	3.32	8.77	52.20	4.17	5.69
Hydrogène	1.06	2.17	0.58	1.33	1.46	1.05	2.96
Gaz des marais	1.88	1.07	4.04	3.36	3.87	1.23	»
Gaz oléfiant	»	»	»	»	»	»	»
Cyanogène	»	»	»	»	»	»	»
Somme des gaz combustibles . . .	29.45	32.61	30.39	28.89	13.57	31.45	29.34

	HAUT FOURNEAU AU COKE.					
	(Ebelmen).					
Hauteur au-dessus des tuyères	0^{m}	1^{m}	$4^{m}1/3$	1^{m}	$6^{m}1/2$	$10^{m}1/2$
Azote	60.70	63.59	64.66	58.05	55.49	55.35
Oxyde de carbone	25.24	31.83	33.59	37.43	18.77	25.97
Acide carbonique.	11.58	2.77	0.57	»	12.43	7.55
Hydrogène.	2.48	1.81	1.38	3.18	7.62	6.73
Gaz des marais.	»	»	»	»	4.31	3.75
Gaz oléfiant	»	»	»	»	1.38	0.43
Cyanogène.	»	»	»	1.34	»	»
Somme des gaz combustibles.	27 72	33.64	34.97	41.05	32.08	36.88

Le cyanogène doit jouer un rôle assez important, puisqu'il a été constaté qu'un haut fourneau anglais pouvait produire, par vingt-quatre heures, jusqu'à 112 kilogr. de cyanure de potassium.

Les hauts fourneaux à houille dégagent avec les gaz combustibles une très-notable quantité d'ammoniaque qu'on peut recueillir facilement, en faisant passer ces gaz à travers une chambre renfermant du coke humecté d'acide chlorhydrique. Quant à la manière de recueillir les gaz combustibles, l'expérience a démontré qu'il fallait éviter de les dériver dans une partie quelconque plus ou moins élevée de la cuve, pour ne pas occasionner de graves dérangements dans l'allure du haut fourneau.

Il faut les recueillir au gueulard, et à cet effet on exhausse les parois du fourneau, de manière à former au-dessus de la hauteur

habituelle des charges une chambre fermée, qui ne s'ouvre que pour l'introduction des charges et d'où partent les tuyaux à travers lesquels s'écoulent ces gaz (B, fig. 385). Ces tuyaux doivent être suffisamment larges pour ne pas être facilement obstrués par les cendres. Ils conduisent les gaz aux fours, où, après avoir été mélangés avec un volume convenable d'air atmosphérique, ils forment un mélange combustible qui produit une chaleur très-élevée. Cette chaleur est utilisée soit pour surchauffer l'air, soit pour l'affinage de la fonte, soit pour le chauffage des chaudières à vapeur. Il est essentiel que, sur tout leur trajet, les gaz n'aient à surmonter aucune pression tant soit peu considérable.

CARACTÈRES DES DIFFÉRENTES ESPÈCES DE FONTE.

La fonte blanche ou dure, et la fonte grise ou tendre constituent les deux espèces de fonte les plus importantes et les mieux caractérisées. Entre elles se trouvent un certain nombre de fontes intermédiaires (fontes truitées, fibreuses, caverneuses, etc.) qui établissent un passage progressif de la fonte grise noirâtre à la fonte blanche miroitante.

Les deux espèces de fonte renferment outre du carbone et du fer des quantités variables de silicium, aluminium, soufre, phosphore, azote, manganèse, titane, chrome, arsenic, étain, antimoine, magnésium et calcium. Leur densité peut varier de 6,635 à 7,889; elle est ordinairement entre 7,0 et 7,5. La fonte grise est plus légère que la fonte blanche. La fonte chauffée plusieurs fois au rouge et refroidie lentement augmente chaque fois de volume, et cette dilatation permanente peut aller jusqu'à 9 et 12 pour 100 du volume primitif.

La fonte grise renferme de 1,85 à 4,65 pour 100, la fonte blanche de 2,17 à 5,63 pour 100 de carbone; cette dernière contient donc généralement le plus de carbone; mais les propriétés caractéristiques des deux espèces de fontes n'en dépendent pas, puisque la même fonte grise fondue et coulée produit de la fonte grise ou de la fonte blanche suivant qu'elle a été refroidie lentement ou brusquement. La même chose s'observe pour la fonte blanche qui devient grise lorsqu'on la laisse refroidir très-lentement après l'avoir fondue, excepté si la fonte blanche primitive renferme moins de 2 1/4 à 2 1/3 pour 100 de carbone.

La fonte grise présente ordinairement une cassure grenue; elle est moins dure et moins cassante que la fonte blanche, et au rouge elle devient si tendre qu'elle se laisse scier très-facilement.

Elle fond à environ 1500° et devient immédiatement très-fluide.

La fonte blanche est extrêmement dure, souvent inattaquable à la lime, à cassure lamelleuse, cristalline ou fibreuse, quelquefois compacte, très-cassante : elle fond à une température plus basse que la fonte grise, mais au lieu de devenir fluide, elle constitue un liquide pâteux et épais. C'est là la raison principale pour laquelle la fonte blanche s'affine beaucoup plus facilement que la fonte grise.

La différence essentielle entre ces deux variétés de fonte consiste dans l'état sous lequel le carbone s'y rencontre. Dans la fonte blanche, tout ou presque tout le carbone se trouve chimiquement combiné avec le fer (il est rare que plus de 1/6 de carbone y soit à l'état de graphite); au contraire, dans la fonte grise, la majeure partie du carbone (les 2/3 aux 14/15, mais la plupart du temps les 3/4 aux 5/6) s'y trouve non en combinaison chimique avec le fer, mais interposée mécaniquement, soit libre à l'état de graphite, soit engagée dans des combinaisons non encore bien étudiées avec du silicium, de l'aluminium, etc.

En dissolvant la fonte dans de l'acide chlorhydrique de concentration moyenne, il se dégage de l'hydrogène très-fétide, accompagné d'hydrocarbures gazeux ou volatils, et d'autres combinaisons d'hydrogène avec les impuretés de la fonte. Il reste pour résidu une matière d'apparence d'humus, dont les propriétés et la composition sont très-différentes, suivant qu'on a opéré sur de la fonte blanche ou grise : elle a été étudiée par M. Schafhault.

Le résidu de la fonte grise, examiné au microscope, se compose de granules translucides, gélatineux, constitués par des couches concentriques de silice et d'oxyde de silicium. Au centre se trouve un grain d'un gris noir mat, accompagné souvent d'une petite lamelle, plus blanche et plus brillante que le graphite. A l'œil nu, ce résidu apparaît à la fois floconneux et granuleux et d'une couleur grise. Traité par une solution de potasse caustique ou d'ammoniaque il dégage de l'hydrogène. Après le traitement par l'ammoniaque, ce résidu desséché est toujours encore gris, mais il est plus volumineux, plus léger et plus floconneux. Les écailles brillantes ont perdu leur éclat, et une grande partie des grains noirâtres a disparu. L'ammoniaque tient en dissolution de la silice, de l'acide phosphorique et une matière organique. La potasse caustique ne décompose ce résidu qu'à l'ébullition, mais alors avec une grande énergie, qui occasionne quelquefois de

petites explosions. Toute la silice entre en dissolution et il ne reste que des lamelles d'un graphite ferrugineux.

Le résidu de la fonte blanche est formé de paillettes microscopiques brillantes, mais si petites qu'à l'œil nu, ce résidu présente l'apparence d'une poudre terreuse, très-fine et de couleur brune lorsqu'elle est sèche. Avec la potasse caustique et l'ammoniaque, il ne se dégage pas trace d'hydrogène. Lorsque ce gaz se dégage, cela prouve qu'on a opéré sur une fonte truitée, c'est-à-dire sur un mélange de fonte blanche et de fonte grise. Ce résidu n'est que très-faiblement attaqué par la potasse caustique bouillante. Il en est de même de l'acide chlorhydrique concentré et froid. Ce n'est qu'en faisant bouillir très-longtemps que ce résidu est attaqué par l'acide, en dégageant un gaz hydrocarburé fétide, en même temps que du fer entre en dissolution. Le nouveau résidu se compose de silicium en combinaison avec du carbone et de l'hydrogène, et souvent aussi avec de l'azote. Calciné, il brûle en dégageant une odeur empyreumatique rappelant celle de la fumée de tabac, et se convertit en acide silicique.

Ces faits semblent démontrer que la fonte grise est principalement un siliciure de fer, mélangé mécaniquement de carbone, tandis que la fonte blanche est plutôt un carbure de fer, accompagné du plus ou moins de carbure de silicium.

La composition de la fonte blanche miroitante très-pure se rapproche de la formule Fe^4C. M. Schafhault a trouvé dans la plupart des fontes blanches une certaine proportion d'azote.

Le carbure de silicium étant bien plus difficile à oxyder que le carbure de fer, on comprend pourquoi les fontes très-siliceuses sont si peu aptes à produire de l'acier. En effet, le carbure de fer se trouve déjà en grande partie oxydé par les scories d'affinage et par l'air des soufflets, tandis qu'il reste encore une quantité notable de carbure de silicium à oxyder, et lorsque enfin ce dernier a été suffisamment brûlé pour que la loupe puisse se laisser travailler sous le martinet, le carbure de fer a déjà perdu tant de carbone que ce n'est plus de l'acier, mais seulement du fer qui constitue la loupe.

Le soufre n'est pas toujours en combinaison avec le fer, il peut également être combiné au silicium; en effet, on observe quelquefois l'élimination du sulfure de silicium sous forme de masses jaunâtres, spongieuses ou terreuses pendant le coulage de la fonte. Ce sulfure de silicium, qui paraît correspondre à l'oxyde de silicium, peut quelquefois s'enflammer et brûler avec une

[redacted]

grande vivacité en laissant pour résidu une silice brillante et fibreuse. Celle qu'on rencontre sous cet état, dans l'ouvrage des hauts fourneaux, a sans doute pris naissance de la même manière et par la même cause.

COMPOSITION DE DIFFÉRENTES ESPÈCES DE FONTES.

Dans 100 parties on a trouvé, outre le fer :

	FONTE		FONTE MIROITANTE.				FONTE GRISE.				
	blanch.	truitée									
Carbone en combinaison	2.91	2.78	5.80	5.14	4.92	5.41	0.48	1.03	1.44	0.68	0.93
Graphite	0.00	1.99	0.00	0.00	0.00	0.00	3.85	3.62	2.71	2.57	2.34
Soufre	0.01	0.00	trace	0.02	0.17	trace	trace	—	trace	—	0.06
Phosphore	0.08	1.23	trace	0.08	—	trace	1.22	—	1.22	—	0.15
Silicium	0.00	0.71	0.18	0.55	—	0.37	0.79	—	3.21	—	3.37
Manganèse	1.79	0.00	4.00	4.49	—	4.24	trace	—	trace	—	0.00
Cuivre	—	—	0.17	—	—	0.18	—	—	—	—	—

FONTE DE SECONDE FUSION.—FINAGE ET MAZÉAGE DE LA FONTE.

La fonte grise qui se rassemble dans le creuset du haut fourneau, lorsqu'elle est de bonne qualité et le résultat d'une allure régulière du fourneau (surtout de ceux au charbon de bois), peut souvent être employée directement au moulage. Mais, dans bien des cas, il est nécessaire de choisir différentes espèces de fontes, de les mélanger et de les refondre ensemble pour obtenir un métal plus parfait et plus homogène. Les pièces de mécanique sont généralement coulées en fonte de seconde fusion.

La refonte s'opère soit dans des fourneaux à manches ou *cubilots*, soit dans des fours à réverbère.

Le cubilot a la forme d'un prisme ou cylindre creux en briques réfractaires, ayant à la partie inférieure une ouverture par laquelle le métal fondu peut être écoulé. On y introduit la fonte par couches entremêlées de charbon de bois ou de coke et on alimente le feu au moyen d'une soufflerie. Très-souvent on y pratique plusieurs ouvertures situées l'une au-dessus de l'autre pour pouvoir y lancer à des hauteurs différentes l'air amené par la tuyère du ventilateur, dans le but de pouvoir accumuler dans le cubilot une très-grande masse de fonte en fusion. Dès que le métal fondu a atteint le niveau de la tuyère inférieure, on retire celle-ci, on bouche l'ouverture, et on place la tuyère dans l'ouverture supérieure, en continuant de charger le four alternativement de morceaux de fonte et de combustible.

Le four à réverbère a l'avantage de ne pas mettre la fonte directement en contact avec le combustible et de permettre l'emploi de la houille. On peut aussi à volonté y soumettre la fonte à l'action soit d'une flamme oxydante, soit d'une flamme réductrice.

Par cette seconde fusion, la qualité de la fonte est généralement améliorée. Elle perd une partie de son excédant de carbone et surtout du silicium qui, en s'oxydant à l'état de silice et en se combinant à des oxydes terreux ou à de l'oxyde ferreux, passe dans les scories. On remarque également une diminution dans la proportion du soufre contenue dans la fonte brute. Le phosphore n'est guère affecté, mais sa présence, si toutefois il ne se rencontre pas en trop grande quantité dans la fonte de moulage, loin d'être un inconvénient, est plutôt un avantage, puisqu'il contribue à rendre la fonte plus fusible, plus fluide et plus apte à bien remplir les moules.

La refonte constitue très-souvent une opération préparatoire à la transformation de la fonte en fer, lorsqu'il s'agit de purifier des fontes très-impures et très-siliceuses (finage de la fonte, fabrication du *fine metal* anglais) ou lorsqu'on veut transformer la fonte grise en fonte blanche.

Nous avons déjà fait observer que la fonte blanche, qui se ramollit et prend l'état pâteux avant la fusion complète, se prête le plus facilement à l'affinage. On choisit de préférence les fontes blanches peu riches en carbone. Certaines fontes grises au bois, obtenues avec des minerais pas trop réfractaires et avec une allure pas trop chaude de fourneau, se prêtent également très-bien à la fabrication du fer, mais après avoir été préalablement blanchies. Ce but peut être atteint par les procédés suivants :

1° On refroidit la fonte s'écoulant du haut fourneau en y projetant de l'eau froide (opération très-imparfaite) ;

2° On granule la fonte en la faisant couler en un filet mince dans de l'eau parfaitement agitée.

Ce procédé devient bien plus parfait en le combinant avec l'appareil à force centrifuge de M. Rostaing (fig. 387). Cet appareil se compose essentiellement d'un plateau en fonte A, mis en rotation très-rapide par l'engrenage B. Un plancher supérieur, ayant une ouverture *c* au-dessus du centre du plateau en rotation, permet d'y verser la fonte en fusion apportée dans le creuset D, tout en garantissant l'ouvrier contre des éclaboussures de fonte brûlante. D'autres ouvertures plus grandes BB permettent

de descendre dans la chambre inférieure, où la fonte grenaillée et divisée se rassemble contre les parois. Le fond de cette chambre peut être couvert avantageusement d'une nappe d'eau jusqu'à une certaine hauteur.

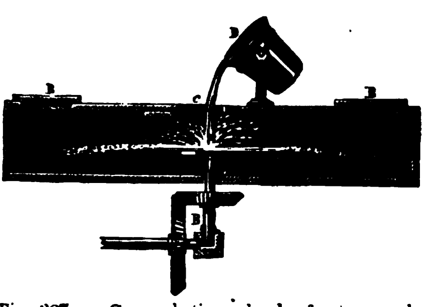


Fig. 387. — Granulation de la fonte par la force centrifuge (appareil de M. de Rostaing).

A l'aide de cet appareil, non-seulement la fonte se divise en petits grains, mais chacun de ces grains s'oxyde partiellement en traversant l'air, et cette oxydation se portant surtout sur le manganèse, le silicium et le carbone, la fonte se trouve sensiblement purifiée.

3° On coule la fonte dans une cavité creusée dans le sable, on projette de l'eau à la surface, ce qui détermine la solidification de la couche supérieure de fonte (*rosette de fonte*) qu'on enlève, et l'on continue jusqu'à ce que toute la fonte soit ainsi convertie en plaques minces. Ces plaques ou rosettes sont quelquefois soumises au rôtissage, c'est-à-dire qu'on les introduit dans des fours spéciaux, où elles sont chauffées au rouge et soumises dans cet état à l'action oxydante de l'air.

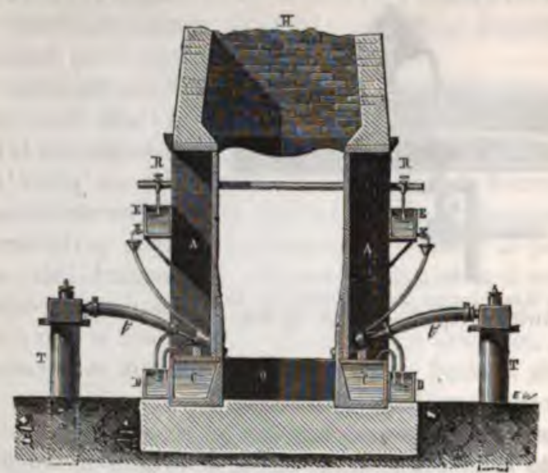
4° On refond la fonte dans les fours à mazéage ou dans les fourneaux d'affinerie, où elle est soumise à l'action oxydante d'un courant d'air qui, agitant et renouvelant continuellement la surface du métal en fusion, lui enlève, outre une certaine proportion de fer, la majeure partie du silicium, du manganèse et une partie du carbone.

Les dispositions principales d'un four à raffinerie sont représentées la figure 388.

La sole O est préparée avec des scories et du sable, reposant sur des briques réfractaires. Les parois sont formées de plaques de fer ou de fonte qui, sur trois côtés présentent vers l'extérieur des compartiments C, capables d'être remplis d'eau, et qui agissent comme réfrigérants.

L'air est lancé dans le four par les tuyaux T et *t*. Les tuyères sont à doubles parois et disposées de manière à pouvoir être rafraîchies constamment par un courant d'eau froide amenée de R en E dans l'espace concentrique embrassant le canal intérieur

des tuyères et s'écoulant ensuite par le canal commun D. La fonte affinée et qui dans la plupart des cas est destinée à être


Fig. 388. — Four de raffinerie.

blanchie, est écoulée par une ouverture pratiquée dans la plaque extérieure du four qu'on débouche au moment de la coulée.

5° On fait passer à travers la fonte en fusion de nombreux jets d'air atmosphérique, de vapeur d'eau, de gaz chlorhydrique, de gaz hydrogène ou d'hydrogène carboné. (Voyez plus loin *Procédé Bessemer*.)

Dans ces opérations on emploie avec grand avantage les gaz combustibles du haut fourneau et l'air surchauffé.

III.—PRODUCTION DU FER.—AFFINAGE DE LA FONTE.

La conversion de la fonte en fer ou l'affinage est une opération à la fois chimique et mécanique. L'opération chimique se fonde principalement sur les deux réactions suivantes :

Action de l'oxygène de l'air sur la fonte amenée à l'état semi-liquide ;

Action de scories d'affinage, c'est-à-dire de silicates ferreux très-basiques sur la fonte à une haute température.

Lorsqu'on soumet la fonte, amenée à l'état de fusion, à l'action de l'air, l'oxydation est plus ou moins énergique selon que la fonte se présente à l'état de liquide très-fluide ou de liquide épais et pâteux. Dans le premier cas, qui est celui de la fonte

grise, la surface du liquide est seule exposée à l'air et s'oxyde. Pour que l'oxydation se communique à toute la masse de la fonte, il serait nécessaire de la remuer continuellement pour renouveler les surfaces, travail très-long, très-fatigant et qui serait la cause d'un déchet très-considérable et d'une dépense de combustible extrêmement forte. Si, au contraire, la fonte, comme cela a lieu pour la fonte blanche, au moment où elle entre en fusion, se présente à l'état pâteux, alors elle offre à l'air une masse poreuse, dont la surface est très-grande, qui se laisse aisément pénétrer par l'oxygène, qui s'oxyde sur un grand nombre de points à la fois et qui, en outre, est maniée et travaillée avec assez de facilité. L'oxydation a pour effet de transformer le carbone en acide carbonique ou oxyde de carbone, le silicium en silice, le soufre en acide sulfureux, le phosphore en acide phosphorique, le manganèse, l'aluminium, le calcium en oxydes manganeux, aluminique et calcique, enfin le fer lui-même s'oxyde et passe à l'état d'oxyde ferreux. Les composés qui prennent ainsi naissance ne restent pas isolés, mais réagissent les uns sur les autres. La silice se combine aux bases produites pour former des scories, des silicates de manganèse, d'alumine, de chaux et de fer. Observons bien que les trois premiers silicates, ainsi que le silicate ferreux peu basique, sont irréductibles par le carbone à la chaleur des feux d'affinerie. Ces silicates sont fusibles, mais l'oxydation continuant et le fer se trouvant en très-grand excès, il en résulte qu'il se forme une quantité de plus en plus considérable d'oxyde ferreux ; le silicate ferreux devient de plus en plus basique et en même temps de moins en moins fusible. Pour le maintenir en fusion, il faut élever la température ; mais alors se passent des phénomènes qui ne sont pas moins importants que ceux dus à l'action de l'oxygène de l'air sur la fonte.

Le silicate ferreux sexbasique ($SiO^3,6FeO$) renfermant 17,4 de silice et 82,6 d'oxyde ferreux, mis en contact avec du silicium, fait passer celui-ci à l'état de silice aux dépens de l'oxygène de l'oxyde ferreux qui se réduit en fer métallique.

$$Si + 2(SiO^3, 6\,FeO) = 3\,(SiO^3, 3\,FeO) + 3\,Fe.$$

Dans les mêmes circonstances, le carbone passe à l'état d'oxyde de carbone.

$$3\,C + SiO^3, 6\,FeO = 3\,CO + SiO^3, 3\,FeO + 3\,Fe.$$

Le soufre, le phosphore, l'aluminium, le manganèse et le calcium exercent une action analogue.

On comprend maintenant ce qui se passe lorsque la fonte non oxydée se trouve en présence de silicate ferreux sexbasique (qui constitue la partie essentielle de la scorie d'affinage proprement dite), à une haute température. La fonte renfermant du carbone, du silicium, etc., ces corps réagissent sur le silicate de fer basique ; il se dégage de l'oxyde de carbone qui occasionne un bouillonnement assez vif dans la masse ; le silicium passe à l'état de silice ; le fer réduit du silicate vient s'ajouter au fer de la fonte, et la scorie étant rendue moins basique est aussi devenue plus fusible. Le fer, débarrassé de silicium et de carbone, ayant un point de fusion de beaucoup supérieur à celui de la fonte, devient en même temps infusible ; il se sépare de la scorie sous forme de grains solides, et ces grains, possédant la propriété de se souder, ne tardent pas à s'agglomérer et à se réunir en une masse encore poreuse et imprégnée du laitier liquide ; mais sous l'action d'appareils de cinglage, de lourds martinets ou de cylindres, les particules du fer sont resserrées et soudées complétement, en même temps que le laitier en est exprimé et chassé.

Dans ce qui précède, on n'a pas tenu compte de l'influence du combustible avec lequel on chauffe la fonte et les foyers à fours d'affinage. Lorsqu'on affine au charbon de bois, celui-ci est directement en contact avec la fonte et les scories. Si, d'un côté, l'air insufflé dans les forges produit l'oxydation de la fonte, le charbon et l'oxyde de carbone peuvent à leur tour exercer une influence carburante et réductrice. Mais cette dernière ne peut agir que sur l'oxyde ferreux ou le silicate ferreux très-basique qu'elle tend à ramener constamment à l'état de fer, tandis qu'elle est absolument sans action sur la silice, les oxydes manganeux, aluminique et calcique, qui, une fois oxydés, sont irréductibles dans ces circonstances. Les alcalis et terres alcalines qui constituent les cendres du charbon de bois contribuent également à favoriser l'élimination de la silice, du soufre et du phosphore.

On comprend d'après cela que l'affinage au charbon de bois puisse fournir avec des fontes convenables des fers très-purs et de qualité supérieure.

Dans les fours à flamme (fours à *puddler*) chauffés à la houille, la fonte n'est pas directement en contact avec le combustible, qui, d'ailleurs, à cause des impuretés de ses cendres, ne contribuerait guère à l'amélioration du produit. Dans ces fours, on peut rendre la flamme plus ou moins oxydante ou réductrice ; mais son action est beaucoup moins directe que dans les forges. Aussi, dans ces

[redacted]

dernières, est-ce l'oxydation par le courant d'air qui joue le rôle principal, tandis que dans les fours à puddler, c'est la réaction entre la fonte et les scories d'affinage qui constitue le phénomène le plus important.

Ce que nous venons de dire de la nature tantôt oxydante, tantôt réductrice et carburante de la flamme, permet de comprendre comment, dans les *forges catalanes* ou *biscaïennes*, l'on peut produire directement du fer au moyen de minerais très-purs, très-riches et facilement réductibles.

Dans ces forges (qui, malgré l'excellence du fer qu'elles produisent, sont abandonnées de plus en plus parce qu'elles n'offrent qu'un rendement très-faible, tout en exigeant une énorme consommation de charbon de bois), les minerais sont d'abord réduits et carburés au moyen d'un feu très-réducteur et convertis en une espèce de fonte très-aciéreuse; cette dernière est ensuite décarburée et affinée en la soumettant simultanément à un courant d'air oxydant et à l'action du minerai non encore complétement réduit.

AFFINAGE DANS LES FORGES OU FOYERS A TUYÈRES.

L'affinage dans les forges se fait généralement au charbon de bois, quelquefois mélangé de bois parfaitement desséché. Le fer qui en résulte est réputé meilleur et plus tenace que le fer puddlé.



Fig. 389. — Affinage à la forge.

La forge se compose essentiellement de deux soufflets, d'une tuyère et du creuset A (fig. 389), formé par l'assemblage de cinq plaques ou *taques* en fonte (E, sole; B, contrevent; D, warme; la

taque du derrière, haire ou rustine, et la taque du devant, chio ou laterol; cette dernière est percée de deux trous superposés pour l'écoulement des scories).

On remplit le creuset de charbon et on avance dans le feu la gueuse C, en chargeant en même temps des scories basiques (*sornes*) et de la battiture du fer (*embracelets*).

Ces derniers fondent d'abord et constituent sur la sole un lit de sorne, sur lequel vient reposer la matière ferreuse provenant de la fusion graduelle de la gueuse, qu'on fait avancer dans le feu au fur et à mesure qu'elle fond et qu'on remplace successivement par une seconde, une troisième gueuse, etc. Les parcelles de fonte fondue, en passant devant le courant d'air des tuyères, éprouvent un commencement d'oxydation qui leur enlève surtout du carbone et du silicium. Arrivant sur le lit de sorne, il s'y établit une réaction affinante entre la fonte et des silicates très-basiques. Il en résulte des silicates moins basiques ou scories crues qu'on laisse écouler de temps à autre par le trou de chio.

L'ouvrier procède ensuite au *désornage* et au *soulèvement* de la masse ferreuse à demi-affinée, qu'il soulève avec le ringard au-dessus du niveau de la tuyère pour en exposer les différentes parties à l'action oxydante directe du vent.

Là le carbone continue à se brûler, mais le fer s'oxyde en même temps, et cette oxydation déterminant une forte élévation de température, le métal fond de nouveau et descend sur la sole. En même temps, les scories crues qui imprègnent le fer se changent en scories sèches ou basiques qui accélèrent la décarburation. Les particules ferreuses bien affinées sont enfin réunies et agglomérées en une boule ou loupe (*avalage de la loupe*) unique, ou en différents lopins qu'on sort du feu et qu'on amène sous des appareils de cinglage, où le fer est fortement comprimé pour en souder exactement les différentes parcelles et pour en exprimer le laitier liquide ou semi-liquide qui se trouvait interposé.

Le cinglage peut s'opérer de différentes manières : par des marteaux, par des presses, par des cylindres, par des cônes cingleurs, etc.

Les massiaux ou maquettes sont enfin convertis en barres de formes diverses, soit par l'étirage au martinet, soit par le passage à travers un train de laminoir, comprenant plusieurs équipages ou jeux de cylindres, parmi lesquels des cylindres cannelés.

Les dispositions des forges, les dimensions du creuset et le procédé opératoire présentent, dans diverses contrées, des variations

[redacted]

(méthode comtoise, champenoise, bourguignonne, allemande, wallone, styrienne, etc.) qui dépendent de la nature des fontes, de leur pureté et en partie aussi du degré de perfectionnement apporté à cette opération. On peut traiter en vingt-quatre heures de 400 à 600 kilogr. de fonte, qui fournissent 78 à 90 pour 100 de fer brut et 72 à 78 pour 100 de barres étirées. Pour l'affinage de 100 kilogr. de fer, il faut de 60 à 100 kilogr. de charbon et même jusqu'à 200 kilogr., si l'on y ajoute le combustible employé pour l'étirage. On a réalisé de notables économies par l'emploi de feux voûtés au lieu de feux ouverts, par l'air surchauffé et par l'utilisation des gaz perdus, pour le réchauffage du petit fer, la production de la vapeur, la dessiccation du bois, l'échauffement de l'air.

AFFINAGE DANS LES FOURS A RÉVERBÈRE, PUDDLAGE DU FER.

Le four à puddler (fig. 390) se compose essentiellement du foyer A qui doit être suffisamment grand pour produire une température très-élevée, du four proprement dit B, auquel on a accès par une ou deux portières D et de la cheminée C, qui doit pouvoir être fermée hermétiquement par un registre.





Fig. 390.— Four à puddler.

La sole du four et les parois peuvent être en maçonnerie (fours pleins), ou bien en fonte ou en fer, soit en une pièce, soit formés par l'assemblage de plusieurs pièces (fours à air ou à bouillonnement). Pour empêcher que le métal ne soit promptement détérioré par la haute température du four, on y ménage des canaux à travers lesquels on fait circuler de l'air froid ou même de l'eau qui refroidissent constamment la fonte ou le fer.

Les fours à air consomment plus de combustible, mais exigent, par contre, bien moins de réparations.

La fonte à puddler ne doit jamais être en contact direct avec la sole ; à cet effet, on commence toujours par la recouvrir d'un lit de scories d'affinage, de battiture de fer, de vieille ferraille et de sornes de feux d'affinerie. On donne un bon coup de feu pour

réunir tous ces matériaux, qu'on égalise ensuite de manière à former un lit de 8 à 12 centim. et même plus, d'épaisseur.

Le four étant très-chaud, on y introduit de 150 à 250 kilogr. de fonte. Quand la fusion commence, on ferme le registre, on ajoute de la battiture de fer ou des scories riches et l'on remue jusqu'à ce que les scories recouvrent le métal. On lève ensuite le registre et on augmente le plus possible la température. Le silicium, le carbone, etc., s'oxydent, soit par le courant d'air, soit plus encore par la réaction entre la fonte et les scories basiques. Il se dégage de l'oxyde de carbone en quantité, qui produit un fort bouillonnement et fait gonfler et soulever les scories.

A mesure que le fer s'affine, le bouillonnement diminue. Le fer étant devenu demi-solide et d'un blanc éclatant, on le retourne, on le roule, on l'expose près de l'autel, à l'endroit le plus chaud du four, et on finit par en former des balles ou loupes du poids d'environ 25 à 30 kilogr., qu'on sort enfin et qu'on cingle pour en exprimer les scories.

Lorsque tout le fer est sorti du four, on laisse écouler les scories et on recharge. Le traitement d'une charge se fait en 1 3/4 à 2 1/2 heures. En 24 heures on peut traiter de 1,300 à 2,000 kilogr. de fonte. Pour 1,000 kilogr. de fonte, on brûle de 700 à 1,200 kilog. de houille et l'on obtient 885 à 940 kilogr. de balles ou loupes qui fournissent 750 à 820 kilogr. de fer en barres.

La conduite du four à puddler est susceptible de différentes variations (par le puddlage à l'eau, dans lequel on maintient la fonte à l'état de demi-fusion, en l'arrosant de temps à autre avec de l'eau; on remue constamment jusqu'à ce que le fer ait pris nature, en cherchant à maintenir dans le four une flamme oxydante; on donne enfin un bon coup de feu pour procéder à la formation des balles). On s'est bien trouvé de l'injection de vapeur d'eau, surtout de vapeur surchauffée à la surface du métal en fusion. Elle rend de bons services lorsqu'on affine des fontes très-impures, sulfureuses, phosphoreuses, etc. Au lieu de vapeur d'eau, on lance aussi quelquefois avec force une nappe d'air surchauffé sur la fonte en fusion.

Pour le chauffage, on peut substituer avec avantage à la houille les gaz des hauts fourneaux ou des gaz combustibles, produits expressément dans des fours générateurs de gaz, qui permettent d'utiliser même des combustibles de qualité inférieure. La combustion de ces gaz est obtenue au moyen d'un courant d'air surchauffé. (Puddlage au gaz.)

[redacted]

On ajoute quelquefois à de la fonte impure 1 pour 100 de son poids d'un mélange de 2 parties de peroxyde de manganèse, 3 parties de sel marin, et 12 parties d'argile, au moyen duquel on doit obtenir un fer plus nerveux et de meilleure qualité.

AFFINAGE PAR INSUFFLATION D'AIR DANS LA FONTE. PROCÉDÉ BESSEMER.

Dans ces dernières années, un nouveau procédé d'affinage, dit affinage sans combustible, mis en avant, étudié et suivi avec persévérance par Bessemer, mais revendiqué également par Martier, Nasmyth, Avril et autres, a produit une très-grande sensation, non-seulement parmi les métallurgistes, mais encore parmi les hommes de science.

Le principe de ce procédé est très-simple. Il repose sur la haute température développée par la combustion du fer au contact de l'oxygène de l'air atmosphérique. Tout le monde connaît l'expérience classique de la combustion d'une spirale de fer ou d'acier dans une cloche remplie d'oxygène ; on sait que les globules d'oxyde de fer qui en résultent et qui tombent goutte à goutte possèdent une chaleur telle, qu'ils traversent une couche d'eau et viennent néanmoins encore s'incruster assez profondément dans le verre formant le fond du flacon rempli d'oxygène. La cause de cette haute température est facile à comprendre. Le fer en brûlant développe, aussi bien que le carbone et l'hydrogène, une température élevée ; mais le produit de la combustion du fer étant un corps solide, toute la chaleur développée est accumulée dans ce produit ; tandis que les produits de la combustion du carbone (oxyde de carbone ou acide carbonique) et de l'hydrogène (vapeur d'eau) étant des corps gazeux, une bonne partie de la chaleur développée devient latente et est employée à maintenir ces produits à l'état de gaz ou de vapeur.

On peut maintenant aisément se rendre compte de ce qui arrive, lorsqu'on insuffle avec force un rapide courant d'air dans de la fonte liquide et assez chaude pour que la combustion ait lieu immédiatement. Les éléments de la fonte, le carbone, le silicium et surtout le fer éprouvent une véritable combustion. Il en résulte de l'oxyde de carbone, de la silice et un excès d'oxyde de fer. La chaleur développée par la combustion s'accumulant dans le métal en fusion et dans les scories nouvellement formées, la température devient rapidement excessivement élevée, ce qui d'un côté favorise encore la combustion, et d'un autre côté produit une

violente réaction entre les produits déjà oxydés et le reste de la fonte non encore altérée. Cette dernière s'affine rapidement dans ces circonstances et se transforme en fer. Mais la chaleur est tellement intense que le fer, au lieu de rester solide ou pâteux, entre lui-même en fusion complète ; il devient parfaitement liquide et fluide, et se laisse couler et mouler comme de la fonte. Toute l'opération s'achève dans un temps excessivement court (l'affinage de 300 kilogr. de fonte prend un peu plus de 15 minutes), et si l'on se sert de fonte puisée directement dans le creuset du haut fourneau, l'affinage s'exécute sans la moindre dépense de combustible ; en outre, l'on peut couler le fer dans des moules et lui donner de premier jet des formes qu'il serait difficile et quelquefois impossible d'exécuter au moyen du forgeage et sans recourir au soudage et à l'assemblage de plusieurs pièces de fer séparées.





Fig. 391. — Affinage par le procédé Bessemer.

Ce genre d'affinage s'exécute dans des appareils semblables à celui que nous allons décrire (fig. 391).

Il se compose d'un petit cubilot *d*, cylindrique construit en matériaux les plus réfractaires possible, de 1 mètre de hauteur sur 35 centim. de diamètre intérieur. Le dôme *e* peut être soulevé pour l'introduction de la fonte liquide et il porte une ouverture par laquelle s'échappent les étincelles.

Le fond est uni et incliné en avant vers l'ouverture *b*, par laquelle on fait couler, après l'opération, le fer liquide et les scories.

Autour du cubilot se trouve un gros tuyau en fonte *a* d'où partent des tuyaux en fer plus petits *c*, par lesquels l'air pénètre dans l'intérieur du cubilot à une petite distance du fond, et dans

[redacted]

une direction un peu excentrique pour donner à la fonte liquide un mouvement de rotation très-rapide.

On commence par remplir le cubilot de charbons allumés, dont on entretient la combustion très-active, jusqu'à ce que les parois et tout l'intérieur aient acquis une température très-élevée. On nettoie bien exactement la sole, ou ferme l'ouverture *b* et on verse 300 à 400 kilogr. de fonte liquide dans l'intérieur. Il faut donner le vent un peu avant ou au moment d'introduire la fonte, pour empêcher que les ouvertures *c* ne soient bouchées. La pression de l'air insufflé doit être telle, qu'elle puisse vaincre facilement la pression de la colonne de fonte liquide (1/3-2/3 d'atmosphère).

Au bout de deux minutes déjà la réaction devient apparente. La fonte se boursoufle considérablement, des gerbes d'étincelles s'échappent violemment de l'ouverture supérieure et brûlent avec une flamme jaunâtre brillante. Peu à peu (au bout de 10 minutes) elles prennent une teinte bleuâtre et le boursouflement diminue.

Lorsque les étincelles et la flamme reprennent la teinte jaunâtre, l'opération est terminée. On débouche *b* et on laisse écouler le fer fondu qui est d'un rouge blanc des plus éclatants et parfaitement fluide.

Il est extrêmement important, pour des opérations suivies, de pouvoir déterminer exactement le volume d'air lancé dans le four afin de pouvoir arrêter l'oxydation au moment le plus favorable et de n'employer que la quantité que l'expérience aurait appris être la plus convenable.

Nous avons indiqué les avantages du procédé Bessemer, mais en voici aussi les graves inconvénients :

La séparation complète du fer et des scories est très-difficile, et il en résulte qu'il est rare d'obtenir un fer homogène et sans défauts; la perte de fer à l'affinage (par suite de la formation d'oxyde et de scories) est extrêmement considérable et trois à quatre fois plus forte que dans les méthodes d'affinage ordinaires. Enfin, le fer est presque toujours cristallin, à grandes facettes, cassant à froid et à chaud, sans ténacité, peu ductile et présentant tous les défauts du fer brûlé. Même lorsqu'on a pu l'étirer ou le marteler, il a été difficile de le rendre nerveux et tenace.

En outre, les fours, à cause de la haute température qu'ils ont à supporter, se détériorent très-rapidement et exigent de fréquentes réparations.

Les grandes espérances que le procédé Bessemer avait fait naître n'ont donc été réalisées que très-imparfaitement.

Une des causes du non-succès du procédé Bessemer, lorsqu'il s'agit d'affiner des fontes ordinaires et impures, provient de ce qu'il est incapable d'éliminer le phosphore et le soufre de la fonte dont il oxyde parfaitement le carbone et le silicium. On obtient donc des fers riches en phosphore et soufre et possédant toutes les mauvaises qualités dues à la présence de ces deux métalloïdes.

Les résultats sont incomparablement meilleurs lorsqu'on affine des fontes aciéreuses très-pures, fontes qui, riches en manganèse, en carbone et même en silicium, ne renferment que des traces de soufre et de phosphore. Mais ces fontes se prêtent en même temps admirablement à la préparation de l'acier, et, en leur appliquant le procédé Bessemer, il suffit d'interrompre l'injection d'air lorsque le silicium est éliminé et le carbone ramené à la proportion convenable pour que le produit soit un acier fondu très-utilisable et dont la préparation est peu coûteuse. Aussi la fabrication de l'acier ordinaire, d'après ce procédé, est-elle essayée en Suède sur une très-large échelle, et, d'après les derniers renseignements, avec un succès incontestable.

Nous croyons utile de donner la description d'un autre four (fig. 392) pour l'affinage de la fonte, inventé par Bessemer, parce



Fig. 392. — Four rotatif pour l'affinage du fer.

qu'il présente des dispositions ingénieuses qui pourront être utilisées dans d'autres opérations industrielles et métallurgiques.

Ce four se compose de trois parties, dont l'une, la cheminée C,

est fixe, tandis que les deux autres, le foyer A et le four proprement dit B, sont montés sur des chariots placés sur des rails, et peuvent être disjoints et éloignés l'un de l'autre et de la cheminée.

Le four B est de forme elliptique et peut être mis en rotation au moyen de la vis sans fin *f* qui s'engrène avec une roue dentée *g*, solidemment fixée à la circonférence extérieure. L'appareil fonctionne de la manière suivante :

Le foyer et le four étant ajustés et en communication avec la cheminée, on charge la grille *g* de combustible et on chauffe jusqu'à ce que le four ait acquis une haute température. En ouvrant le registre Q, qui permet à l'air extérieur d'arriver directement dans le four B sans passer par la grille *g*, on peut rendre la flamme plus ou moins oxydante. On recule ensuite le foyer A pour dégager l'ouverture extérieure du four, on charge celui-ci de fonte, on ramène le foyer devant le four et on chauffe jusqu'à ce que la fonte soit en pleine fusion. En imprimant un mouvement lent de rotation au four; on renouvelle la surface de la fonte, et cet effet est encore augmenté par plusieurs rangées de briques réfractaires, plus grandes que celles qui tapissent l'intérieur de l'ellipsoïde et qui obligent la fonte à se déverser en nappe d'un compartiment dans l'autre. A ce moment, on éloigne de nouveau le foyer, et, par le conduit D, on fait arriver dans le four et, par conséquent, sur la fonte un fort courant d'air ou de vapeur surchauffée.

La fonte s'affine rapidement dans ces circonstances, et, lorsque l'opération est terminée, on fait écouler le produit par une ouverture pratiquée à la partie la plus déclive de l'ellipsoïde.

PROPRIÉTÉS DU FER.

Le fer est extrêmement réfractaire et ne fond qu'aux températures les plus élevées (au-dessus de 1600°). Chauffé au rouge, il devient très-ductile, et à une température encore plus élevée (chaleur suante ou soudante), il se ramollit au point de se laisser parfaitement souder. Chauffé au rouge et refroidi lentement, il possède son minimum de dureté, qui augmente de plus en plus, à mesure qu'il est martelé, laminé, étiré ou écroui ; mais cependant jamais sa dureté n'atteint celle de la fonte grise claire.

Sa densité varie entre 7,350 et 7,912 et augmente avec sa dureté. La résistance du fer à la traction, variant entre 2,500 et 6.000 kilogrammes pour des barres, entre 4,500 et 7,000 pour

du fil de fer, est supérieure à celle de la fonte qui n'est que de 1,100 kilogr. par centimètre carré.

Mais, par contre, la résistance à l'écrasement, qui, pour la fonte grise, est de 6,800 kilogr. et pour la fonte blanche s'élève jusqu'à 13,000 kilogr., n'est que de 4,900 kilogr. par centimètre carré pour le fer forgé.

La texture du fer, qu'on reconnaît surtout à la cassure, peut être cristalline, fibreuse, nerveuse. Le bon fer doit présenter une cassure uniforme, sans pailles ni cendrures, et sans places brutes, qui forment des stries ou des taches. On distingue des fers à grain et des fers à nerf.

La couleur et l'éclat du fer présentent une relation remarquable, qui correspond en même temps avec sa ductilité et sa ténacité. Un fer de bonne qualité, s'il possède une couleur claire, doit être en même temps mat, et, par contre, le fer très-brillant doit présenter une teinte gris foncé.

Beaucoup d'éclat associé à une couleur blanche, ou bien une teinte gris foncé et en même temps mate, sont les indices d'un fer peu tenace et de qualité très-inférieure.

Le bon fer est naturellement grenu, et devient nerveux et fibreux par le martelage ou l'écrouissage. Il se laisse forger aussi bien à chaud qu'à froid, et est désigné dans le commerce sous la dénomination de *fer fort*.

Un fer nerveux, tenace et ductile, soumis à des chocs ou ébranlements répétés, à des vibrations longtemps continuées, change peu à peu de structure. Il devient cristallin et extrêmement fragile. C'est ce qui a été observé fréquemment auprès des essieux des wagons et locomotives, avec les canons en fer, etc.

Les fers ordinaires ou *rouverains* présentent les défauts suivants :

S'ils renferment plus de 1/10,000[es] de soufre, ils sont cassants au rouge (quoique se laissant souvent bien forger au blanc soudant) et se criquent sous le marteau; ils présentent généralement une texture nerveuse, mais le nerf est gros et allongé; 3/10,000[es] de soufre ou la présence du cuivre rendent le fer insoudable.

S'ils renferment du phosphore (plus de 1/2 pour 100) ou du zinc, de l'arsenic, de l'antimoine, ils sont cassants à froid; la texture de ces fers est très-souvent la meilleure; la cassure est blanche, brillante et unie. Ils se travaillent bien à chaud.

S'ils renferment des scories ou s'ils contiennent beaucoup de silicium, de calcium et presque pas de carbone, ils sont à la

fois cassants à froid et à chaud, sans ductilité et généralement très-peu tenaces. Les mêmes effets peuvent être produits par la présence de nombreuses particules trop brutes, c'est-à-dire de particules de fonte non suffisamment affinée.

Pour juger de la qualité des fers, on essaye leur ténacité, leur ductilité, leur résistance à la cassure et à la torsion, soit à chaud, soit à froid. En limant et décapant le métal (au moyen d'acide nitrique étendu), on peut se rendre compte de son plus ou moins d'homogénéité. Un fer très-homogène est généralement un fer fort.

COMPOSITION DU FER.

Le fer doit renfermer au moins 99 pour 100 de fer pur. La proportion du carbone peut varier de 1 millième à 5 millièmes. Elle dépasse rarement 6 à 7 millièmes. Le silicium, le phosphore, le soufre, l'arsenic ne dépassent guère quelques dix millièmes. On a encore rencontré de petites quantités de manganèse, titane, chrome, aluminium, calcium, étain, antimoine, cuivre et même de l'azote.

IV.—FABRICATION DE L'ACIER.

L'acier se prépare par deux méthodes principales tout à fait différentes :

1° Par la décarburation de la fonte ;
2° Par la carburation du fer.

ACIERS PRODUITS EN DÉCARBURANT LA FONTE.

Les fontes dont on se sert de préférence sont les fontes blanches manganifères (fontes aciéreuses, fontes miroitantes) ou des fontes grises qui, par l'addition de scories très-basiques, passent facilement à l'état de fontes blanches. Ces fontes proviennent du traitement de minerais de fer spathiques manganifères.

Acier naturel, acier d'Allemagne. — Il se fabrique en traitant la fonte au charbon de bois dans des forges semblables à celles dans lesquelles s'opère l'affinage du fer. Il y a également une grande analogie dans la conduite de l'opération ; seulement on modère davantage l'action du vent et des scories sur la fonte en fusion, on évite de soulever le métal déjà solidifié pour le placer directement devant la tuyère et on a soin de le maintenir toujours suffisamment couvert de charbons.

La fonte en se décarburant se convertit en acier brut, qui con-

stitue un gâteau métallique (la loupe) qu'on divise sous le marteau en 4, 5 ou 6 massiaux triangulaires. On les étire successivement en barres d'acier brut, en se servant pour leur chauffage de la chaleur de la forge même dans laquelle se fait une nouvelle transformation de fonte en acier.

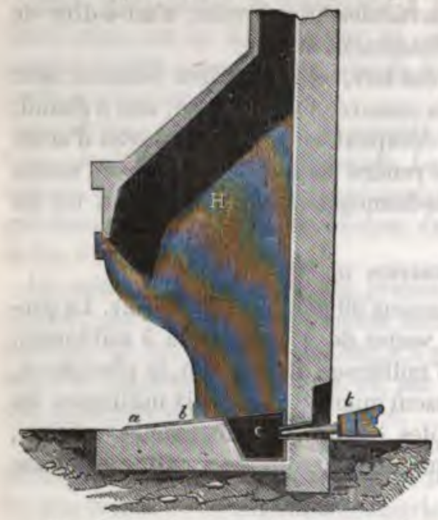


Fig. 393.— Four pour l'acier naturel.

Il faut environ 130 à 140 kilogr. de fonte pour produire 100 kilogr. d'acier brut en barres avec une consommation de 150 à 300 kilogr. de charbon de bois.

L'acier naturel d'Allemagne, préparé avec les fontes miroitantes, qui entrent en fusion à une température peu élevée et qui s'épaississent rapidement sans être soumises à une oxydation trop énergique, doit à ces conditions des propriétés très-précieuses. Il représente un acier très-fortement carburé, mais dont chaque molécule est, pour ainsi dire, enveloppée d'une mince pellicule ferrugineuse. Cette dernière rend l'acier naturel d'Allemagne parfaitement et facilement soudable, tandis que sa forte carburation permet de le chauffer très-fortement, et un grand nombre de fois, sans lui faire perdre ses qualités aciéreuses et sans empêcher qu'à la trempe il acquière un degré de dureté suffisant.

Acier puddlé. — Le puddlage de l'acier se fait dans des fours à réverbère, dont la voûte est ordinairement plus basse que celle de ceux en usage pour le puddlage du fer.

Les conditions pour la bonne réussite de l'opération sont : l'emploi de bonnes fontes et de fontes qui s'affinent d'une manière uniforme ; le choix judicieux des scories d'affinage qui doivent posséder la propriété d'être encore suffisamment fluides, même à une température pas trop élevée ; la possibilité de rendre la flamme à volonté oxydante ou réductrice, de produire une très-haute température et de l'abaisser, pour ainsi dire, à un moment donné. (On emploie, à cet effet, des fours dans lesquels le

tirage peut être interrompu instantanément et complétement, et qui quelquefois possèdent deux foyers placés l'un devant l'autre.) Enfin une grande attention à saisir l'instant précis où l'acier prend nature pour en empêcher l'affinage ultérieur, le réunir en lopins et l'étirer sous le marteau.

On opère de la manière suivante :

On établit sur la sole du four un bon lit de scories d'affinage riches, basiques et aussi pures que possible, auxquelles on mélange souvent de vieilles tôles, de la battiture de fer et quelquefois même des fragments de minerais spathiques et manganifères. Sur ce lit, on place la fonte et on augmente la température de plus en plus. La fonte entre en fusion, réagit sur les scories et commence à s'affiner. Lorsque l'affinage est suffisamment avancé, on ferme les registres, on projette dans l'intérieur du four de nouvelles scories facilement fusibles pour diminuer rapidement la chaleur ; on ajoute souvent entre les scories différentes matières oxydantes, du chlorure de chaux, du peroxyde de manganèse, des battitures, des minerais de fer carbonatés et même du sel marin, du sel ammoniac, de l'argile, etc. On brasse très-fréquemment pour réunir les grains aciéreux, on ouvre de nouveau en partie le registre pour augmenter la chaleur, mais en ayant soin de n'avoir dans le four qu'une flamme bien claire et nullement fuligineuse. Pour cette même raison, il faut éviter à cette époque de charger la grille de nouvelle houille. On forme enfin des lopins qu'on étire successivement sous le marteau.

Production de l'acier par l'oxydation de la fonte au moyen d'air insufflé (système Bessemer).—Nous en avons déjà fait mention plus haut en parlant de l'affinage de la fonte pour la convertir en fer.

Le procédé Bessemer, assez peu favorable jusqu'à ce jour lorsqu'il s'agit de la production du fer, paraît réussir beaucoup mieux depuis quelques années dans la fabrication de l'acier fondu doux, soudable , très-ductile et présentant une très-grande force de résistance. On l'applique surtout au traitement des fontes peu phosphorées et peu sulfureuses ; mais qui, du reste, peuvent être assez fortement carbonées et même siliceuses, qu'on prépare au moyen d'hématites dans des hauts fourneaux à coke et à air chaud.

La transformation de ces fontes en acier s'opère, à Sheffield, depuis environ deux années de la manière suivante :

Les gueuses de fonte refondues ou finées dans un four à réver-

bère, sont coulées dans un appareil semblable à celui déjà décrit, mais présentant cependant quelques modifications importantes.

Il consiste en un grand cylindre, formé par l'assemblage de plaques de fer très-fortes et revêtues à l'intérieur d'un enduit épais d'une pierre siliceuse particulière, appelée *ganister*, qui se rencontre dans les environs de Sheffield, au-dessous de la houille.

L'appareil est suspendu de manière à pouvoir être incliné et même renversé sans la moindre difficulté.

A la partie supérieure se trouve l'ouverture par laquelle on introduit la fonte, et près du fond du cylindre sont fixées sept tuyères en terre réfractaire, percées chacune de sept petites ouvertures. L'air de la soufflerie, passant par l'un des pivots du cylindre, est conduit dans la boîte à tuyère située au-dessous du fond, et se rend de là dans les tuyères, sous la pression d'un peu plus d'un kilogramme par centimètre carré.

Cette pression est plus que suffisante pour empêcher la fonte de s'introduire dans les tuyères.

Avant d'introduire la première charge de fonte, l'intérieur de l'appareil est porté à une très-haute température en le remplissant de coke incandescent et faisant fonctionner la soufflerie pendant un certain temps. On renverse alors le cylindre en le faisant pivoter sur ses axes, et on en fait tomber tout le coke.

Après avoir ramené l'appareil dans une position à peu près horizontale, on y fait couler la fonte en maintenant pendant tout ce temps la position horizontale, pour éviter que la fonte en fusion ne s'introduise dans les tuyères. Toute la charge de la fonte ayant été amenée dans l'appareil, on met en mouvement la soufflerie, et immédiatement après on ramène le cylindre dans la position verticale normale, avec l'ouverture à la partie supérieure. L'air à haute pression s'échappant par les 49 trous des tuyères est obligé de traverser toute la charge de fonte, à laquelle il imprime une agitation violente. Le silicium, qui forme toujours une partie constituante de la fonte, est oxydé en premier lieu et se transforme en acide silicique; celui-ci se combine avec une certaine quantité d'oxyde de fer qui, prenant naissance en même temps par oxydation de quelques centièmes de fer, forme une scorie fluide de silicate ferreux. Une très-petite quantité de carbone se trouve également oxydée dans la même période. La chaleur, par suite de ces réactions, s'élève continuellement jusqu'à ce que la presque totalité du silicium ait été oxydée, ce qui a lieu dans les douze pre-

mières minutes de l'opération. A partir de ce moment, le carbone de la fonte commence à se brûler en plus forte proportion, produisant d'abord une petite flamme, qui se développe cependant avec tant de rapidité, qu'au bout de trois minutes la combustion est devenue des plus intenses : le métal monte de plus en plus dans le cylindre, occupant quelquefois un espace double de son volume primitif, et dans cet état de boursouflement, il présente une surface énorme à l'action de l'air qui le traverse : toute la masse paraît être un mélange intime de fonte et de feu.

Aussi le carbone est-il brûlé avec une si grande énergie qu'il se produit une série de petites explosions, à la vérité tout à fait inoffensives, qui projettent les scories fluides en quantité considérable, tandis qu'une flamme blanche volumineuse s'échappe de l'ouverture de l'appareil, illuminant tout le bâtiment et servant, à l'œil exercé de l'ouvrier, d'indicateur très-sensible des différentes phases de transformation que subit la fonte.

En Suède, on arrête la soufflerie, et par conséquent l'oxydation du métal, lorsque le nombre de minutes écoulées depuis l'apparition de la flamme et l'apparence de cette dernière font connaître que la fonte est arrivée au point de transformation où elle est convertie en acier.

A Sheffield, au contraire, on préfère dépasser ce point, et on continue le courant d'air jusqu'à ce que la cessation presque subite de la flamme brillante et volumineuse indique l'instant où la fonte est sur le point de se transformer en fer malléable. On ajoute alors au métal une petite quantité exactement pesée de bonne fonte au bois, renfermant une proportion connue de carbone, et l'on peut ainsi produire à volonté un acier d'un degré déterminé de carburation.

On incline l'appareil en avant, et on arrête la soufflerie pour l'introduction de cette petite quantité additionnelle de fonte ; après quoi on reprend l'insufflation d'air, mais seulement pendant quelques secondes, probablement pour déterminer un mélange exact de toutes les parties de la masse.

On fait alors basculer l'appareil, et on laisse couler l'acier fondu dans une grande poche en fer suspendue à une grue. Cette poche, enduite partout d'argile réfractaire, est percée d'une ouverture à la partie inférieure. Cette ouverture est fermée par une soupape conique en terre réfractaire, qu'on peut manœuvrer facilement, et qui permet d'ouvrir et de fermer la soupape à volonté. Ayant transporté la poche avec l'acier en fusion qu'elle renferme au-

r fondu dans environ 30 minutes, et sans
nbustible que celui nécessaire pour opérer la
pour chauffer l'appareil. En outre, toute l'
sque pas de main-d'œuvre. Le déchet, en
ntités restreintes de fontes anglaises, s'est
r 100. En Suède, où l'on faisait usage de fon
la fonte était puisée directement du creuset d
léchet, constaté exactement pendant une qu
pérations continues, ne s'est élevé qu'à 8 3/4
e plus grand appareil actuellement construit
ne à l'aciérie d'Atlas Steel York, à Sheffield.
00 kilogr. de fonte en acier fondu en 28 min
het de 10 pour 100. Nous devons pourtant aj
encore arrivé au point de pouvoir garantir le
toutes les opérations; le nombre de celles q
ns manquées est encore assez considérable;
ssissent sont assez nombreuses pour qu'il soit
le procédé Bessemer se maintiendra, et pre
opérations les plus utiles et les plus favorables
fer.

*roduction de l'acier par l'oxydation de la fonte a
lliques.* (Procédés Uchatins, Mushet, etc.)—L'
nt reçue depuis bien longtemps, que la f
ment carburé et l'acier du fer moins carbu
e de convertir la fonte en acier ou mêm

à une chaleur rouge pas trop intense. Le résultat, fonte malléable, est, suivant les circonstances ou la qualité de la fonte, une espèce de fer ou d'acier de qualité très-ordinaire.

On a conseillé d'employer de l'oxyde de zinc à la place d'oxyde de fer, parce qu'il a l'avantage de laisser les pièces à adoucir parfaitement nettes, le zinc se volatilisant à mesure que l'oxyde se réduit. On peut mieux graduer la décarburation, et on reconnaît facilement la fin de l'opération par la disparition des vapeurs de zinc, qui, dans des opérations en grand, peuvent être condensées pour regagner le zinc métallique. Il est bien évident qu'en procédant de cette manière les impuretés fixes de la fonte restent tout entières dans le produit, puisqu'il n'y a pas fusion.

Si l'on chauffe le mélange de fonte et d'oxyde de fer ou de manganèse dans des creusets de manière à obtenir la fusion du produit, ce dernier peut être beaucoup plus pur, puisque les impuretés peuvent passer dans les scories, à l'état de silicates, phosphates, etc.

Mais on rencontre ici l'inconvénient d'avoir les creusets très-fortement attaqués par ces scories, et en outre on n'est jamais entièrement sûr de la qualité du produit. On a souvent obtenu par ce procédé d'excellents aciers, mais très-souvent aussi l'acier produit était de qualité inférieure et très-variable quant à sa dureté et à sa ténacité.

D'après le procédé Uchatins, on commence par grenailler la fonte aciéreuse (qu'il faut choisir la moins siliceuse, sulfurée et phosphorée possible). On mélange 100 parties de grenaille, 20 de fer spathique pur et 1 à 2 de peroxyde de manganèse, et on fond le tout dans un creuset au rouge blanc. On coule enfin l'acier fondu dans des lingotières.

On a trouvé avantageux d'augmenter dans ces mélanges un peu la proportion d'oxyde de fer ou de manganèse et d'ajouter en même temps une matière carbonée (charbon animalisé ou azoté, goudron, prussiate de potasse).

Lorsqu'on refond de la rocaille d'acier (bouts de barres, vieilles limes, limaille d'acier), on ajoute ordinairement un peu d'oxyde de fer, de manganèse et 2 à 3 pour 100 de carbone; quelquefois aussi un peu de verre ou de borax pour obtenir une scorie plus fluide, absorbant mieux les impuretés des matières premières.

ACIERS PRODUITS PAR LA CARBURATION DU FER.

Acier de cémentation, acier poule.—La cémentation ou carbura-

tion du fer est connue depuis très-longtemps. On y emploie des fers spéciaux, très-purs, un peu manganifères; ceux des pays scandinaves et de la Russie sont les plus estimés. On les étire en barres de 6 à 14 centim. de largeur sur 8 à 20 millim. d'épaisseur. On les dispose dans des caisses *c* en briques réfractaires, en les entourant de poudre de cémentation, qui consiste ordinairement en charbon de bois concassé en très-petits fragments ou à l'état de poussier. Sous l'influence de l'alcali renfermé dans le charbon, l'azote, soit du charbon, soit de l'air, se combine à du carbone pour donner naissance à du cyanure de potassium, qui paraît être l'agent le plus efficace de carburation. Par cette raison, on trouve avantageux d'employer du charbon azoté ou un mélange de charbon et de carbonate de baryte, le cyanure de baryum prenant naissance avec une grande facilité en présence du carbone et de l'azote; les prussiates sont évidemment aussi des agents très-énergiques de carburation.

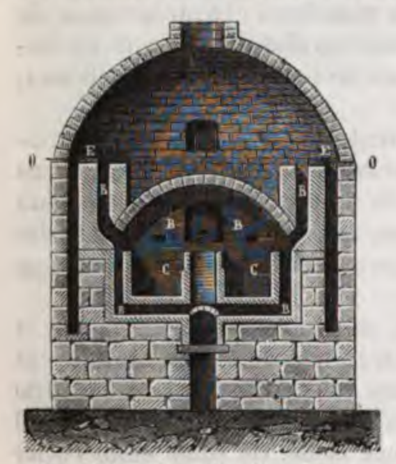


Fig. 394. — Four de cémentation.

B, canaux entourant les caisses c, et dans lesquels circule la flamme.
E, registres pour régler le courant de la flamme.
B', ouvertures par lesquelles on peut retirer, dans le cours de l'opération, des barres d'essai pour juger des progrès de la cémentation.

Le four est chargé de 10 à 40 tonnes de fer; généralement il en renferme de 20 à 25,000 kilogr. On règle le feu de manière à entretenir constamment la température rouge vif, qui convient le mieux à la cémentation; la durée du feu varie de six à neuf jours. On laisse refroidir le four pendant huit jours avant de pouvoir défourner.

Le fer, par l'opération de la cémentation, a changé de structure et de nature; il est devenu d'un grain terne à teinte grisâtre; il se brise avec la plus grande facilité. Les barres sont devenues très-inégales de surface; elles sont généralement couvertes d'ampoules ou de soufflures plus ou moins grandes, d'où vient le nom d'acier poule (*blister steel*). On l'étire au martinet ou on le lamine pour resserrer et rapprocher les différentes parties, et il constitue alors l'acier cémenté; cet acier, qui est très-inégal de structure et de dureté,

[redacted]

ne peut être employé que pour des produits grossiers et de qualité inférieure.

Trempe au paquet.—Il est souvent très-utile de convertir en acier la surface d'objets en fer, soit pour leur donner une grande dureté, soit pour leur faire prendre un beau poli. On atteint ce but en les cémentant dans des caisses en fonte, au moyen d'une poudre de cémentation composée de corne grillée et pulvérisée, de cuir calciné, de sabots, en un mot de charbon azoté, mélangé avec du sel marin, de la suie, du sel ammoniac, etc. Cette poudre cémentant très-rapidement, et la couche aciéreuse ne devant avoir qu'une faible épaisseur, l'opération ne dure que quelques heures. Dans toutes les opérations de cémentation il faut garnir les caisses, à la partie supérieure, d'une couche d'argile réfractaire ou de sable argileux pour garantir la poudre de cémentation et le fer contre l'oxygène atmosphérique.

On obtient une cémentation extrêmement superficielle en recouvrant les objets en fer d'un mélange pulvérulent de prussiate de potasse, de charbon azoté et de sel marin (quelquefois additionné de borax et de sel ammoniac), et les faisant rougir pendant plusieurs minutes; en les plongeant dans l'eau froide, l'enduit se détache et la surface métallique se trouve légèrement trempée.

On arrive à un résultat analogue en introduisant le fer chauffé au blanc pendant quelques instants dans de la fonte en fusion, l'y agitant et le refroidissant rapidement jusqu'au rouge en le plongeant pendant quelques secondes dans l'eau. On forge de nouveau la pièce et on la trempe à la manière ordinaire; on obtient facilement une aciération superficielle de 2 à 3 millim. de profondeur.

On peut aussi introduire le fer, toujours chauffé à blanc, dans un tas de limaille de fonte grise et l'y retourner pendant quelque temps.

On a même essayé de produire l'acier de toutes pièces en fondant ensemble soit du fer et du charbon, soit du fer et de la fonte.

Quoique cette méthode ne puisse donner que des produits très-inférieurs et que la réussite en soit très-incertaine, nous citerons quelques-unes des proportions qui ont été employées :

100 parties de fer.	100 parties de fer.
2 peroxyde de manganèse.	2 1/4 peroxyde de manganèse.
3 charbon en poudre.	28 grenaille de fonte grise.
17 fonte blanche peu carburée.	3 fer doux.
7 fer doux.	1 fonte miroitante.

OPÉRATIONS AYANT POUR BUT L'AMÉLIORATION DE LA QUALITÉ DES ACIERS.

Les aciers bruts, soit naturels, soit puddlés ou cémentés, sont des produits très-imparfaits, parce qu'ils présentent de nombreuses solutions de continuité, mais surtout parce qu'ils sont peu homogènes, étant plus carburés et plus durs dans certaines parties, moins carburés, plus ferreux et, par conséquent, aussi plus tendres dans d'autres. Pour les rendre homogènes, on peut suivre deux procédés très-différents : le *corroyage* ou *raffinage* et la *fusion*.

Par le corroyage, les parties fortement carburées et les parties ferreuses sont mélangées bien plus intimement, mais cependant sans se confondre; aussi l'acier corroyé ou raffiné, quelque homogène qu'il paraisse à première vue, permet-il toujours d'y découvrir par un examen très-minutieux les molécules hétérogènes qui le composent; mais, par contre, il conserve aussi la propriété, souvent très-recherchée, d'être soudable, et le raffinage permet de produire un acier qui, quoique très-carburé, se laisse facilement souder.

Par la fusion, le carbone se répartit tout à fait uniformément dans toute la masse, aussi l'acier fondu fortement carburé n'est-il plus soudable par la chaleur seule; il ne le devient que si la proportion de carbone est tellement réduite dans la totalité de l'acier, que ce dernier appartienne à la classe des aciers ferreux ou tendres qui alors présentent le caractère d'être soudables.

Fabrication de l'acier corroyé ou raffiné.—On étire les barres en bandes larges et minces appelées languettes, qu'on trempe et qu'on casse pour pouvoir assortir les morceaux suivant leur degré de dureté.

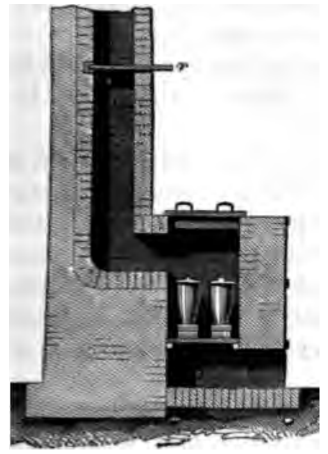
Après les avoir classés, on réunit ceux de même nature en paquets ou trousses, qu'on soumet à une chaude suante et qu'on [illegible] ensuite sous un gros martinet ou marteau-pilon, qui soude [illegible] en un lopin qu'on étire ensuite en barres.

[illegible]ier doit être doublement corroyé ou raffiné, on coupe les [illegible]n deux moitiés, qu'on superpose, qu'on soude et qu'on [illegible] nouveau, 100 parties d'acier brut ne fournissant en[illegible] que 70 à 75 parties d'acier raffiné.

[illegible] analogue au corroyage, mais qui cependant ne fournit [illegible]si bons produits, est obtenu, en chauffant l'acier brut [illegible]endant dix ou douze heures, dans un bain de scories

[redacted]

ues, de nature non affinante. Dans cette circonstance le car- des parties fortement carburées est cédé peu à peu aux parties plus ferreuses, et le tout devient plus homogène. Cette opération est très-économique, car le déchet est peu considérable.



95.—Fourneau à vent pour la fonte de l'acier.

Fabrication de l'acier fondu. —L'acier fondu est fabriqué avec les aciers puddlés ou cémentés, mais principalement avec ces derniers. La fusion s'opère généralement au moyen du coke dans des fours à vent, ayant 1 mètre de profondeur sur 60 centim. de longueur et 35 centimèt. de largeur. Ces fours sont disposés par couples à la suite les uns des autres, -dessous d'eux se trouve une longue galerie qui facilite à s le tirage et le service.

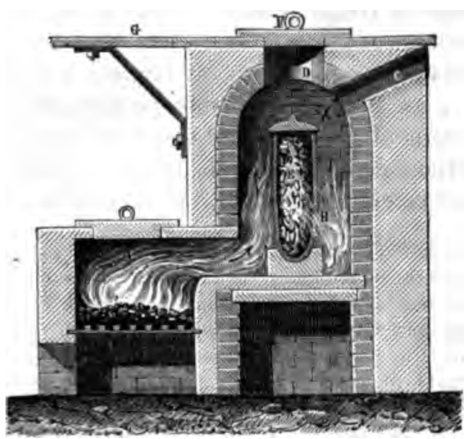


Fig. 396. — Four à la houille pour la fonte de l'acier.

er avec grille.—B, four proprement dit dans lequel circule la flamme. —C, cheminée. creuset. — E, ouverture pour retirer le creuset. — F, couvercle fermant le four. — plate-forme où se placent les lingotières et où s'exécutent les opérations de coulage lingots.

ns ces derniers temps on a commencé à se servir de fours à lle dont la figure 396 représente la disposition.

Les creusets servant à la fusion doivent être en excellente terre réfractaire; pour leur donner plus de porosité et éviter qu'ils ne se fendent trop facilement, on ajoute à la pâte neuve des débris de creusets ayant déjà servi et du coke pulvérisé.

On y fait ordinairement 2 à 3 coulées, chacune de 12 à 15 kilogr. et au maximum 20 kilogr. d'acier. On peut faire de 8 à 12 coulées en vingt-quatre heures.

L'acier puddlé ou cémenté qui doit être fondu est brisé en petits fragments. Il faut apporter le plus grand soin au dosage des charges du creuset et n'assortir que des matières qui s'allient bien. Il faut surtout éviter de mélanger des aciers faiblement cémentés, qui ne fondent qu'à une très-haute température avec des aciers fortement cémentés dont la fusion s'opère plus facilement. On ajoute souvent à la charge une petite quantité de peroxyde de manganèse.

Lorsque la fusion est opérée, le fondeur, revêtu d'habillements entièrement mouillés, retire les creusets du four, les apporte près des lingotières en fonte, légèrement inclinées et verse le métal. On jette un peu de sable sur l'acier coulé et on tamponne immédiatement. Les lingots étant retirés des moules sont d'abord travaillés au burin pour enlever les principaux défauts; on les chauffe ensuite au rouge et on les amène par le marteau à l'état de barres brutes appelées bidons.

Ces derniers sont enfin étirés ou laminés à la forme voulue. On a essayé, au lieu de cémenter préalablement le fer, de fondre directement le fer doux avec une proportion convenable de charbon, soit végétal, soit animal (procédé Chenot[1]), ou plus rationnellement avec des cyanures ou ferro-cyanures alca-

[1] Le procédé Chenot, tel qu'il a été modifié et qu'il est pratiqué maintenant, est le suivant : la réduction de l'oxyde de fer est obtenue en introduisant dans un four ovale ou cylindrique, haut de 8 à 9 mèt. et de 1 m. 1/2 de diamètre chauffé à l'extérieur, des couches alternatives de minerai et de charbon de bois. Une disposition particulière permet au fer plus ou moins carburé provenant de cette réduction de se refroidir à l'abri du contact de l'air. Les éponges de fer sont ensuite pulvérisées, tamisées, assorties et comprimées en petits cylindres après avoir été mélangées avec un peu de peroxyde de manganèse et de charbon. Ces cylindres sont enfin fondus dans des creusets pour les convertir en acier fondu. Il est évident qu'on ne peut traiter ainsi que des minerais très-purs et ne renfermant que peu de gangues, ou des gangues facilement fusibles, et qu'en outre il est difficile de déterminer d'avance le degré de carburation du fer et la qualité de l'acier qui résultera de la fusion. Le procédé peut être économique, mais il est très-incertain.

[redacted]

lins (procédé Ruolz [1]), mais sans que cette méthode ait paru présenter jusqu'à ce jour des avantages réels. Un acier très-dur et très-estimé qui nous vient des Indes orientales, l'acier Wootz, paraît cependant être préparé de cette manière.

L'acier fondu ordinaire s'améliore en le fondant avec de très-petites quantités d'argent (*silver-steel*), de nickel (acier météorique), de platine, d'osmium, d'iridium, de chrome, etc. Mais il est très-possible que l'amélioration soit due, non à la présence de ces métaux, mais simplement à l'opération de la seconde fusion qui rend l'acier plus pur et plus homogène.

Dans ces derniers temps, on a beaucoup préconisé les excellentes qualités des aciers renfermant du tungstène et du titane.

L'acier damassé n'est point une espèce particulière d'acier, mais un mélange intime, quoique en couches régulièrement disposées d'acier et de fer, ou d'un acier fortement carburé avec un acier tendre moins carburé.

ACIER PRÉPARÉ EN CARBURANT LE FER EN MÊME TEMPS QU'ON DÉCARBURE LA FONTE.

Ce mode de préparation, qui est une combinaison des deux méthodes précédentes, consiste à fondre ensemble des proportions convenables de fer et de fonte, avec addition de plus ou moins de peroxyde de manganèse, de cyanures, de carbone, de fondants, etc.

Ce procédé n'a point encore donné de résultats très-satisfaisants ; mais il pourrait peut-être acquérir de l'importance si l'on parvenait à fondre l'acier, non plus dans des creusets et par petites quantités, mais par masses dans de grands fours analogues à ceux qui ont été essayés récemment à Saint-Étienne pour la fusion de l'acier cémenté.

La réussite dépendra du choix judicieux et des proportions convenables du fer et de la fonte, de la nature des matériaux qui

[1] Nous extrayons du *London journal of Arts*, mai 1861, p. 287, les proportions à employer pour produire directement de l'acier fondu ou pour refondre de la rocaille d'acier :

Fer doux..................	700	500	350	1000	»
Fonte blanche......	200	»	200	»	»
Rocaille d'acier..........	»	500	350	»	1000
Oxyde de fer pur..........	100	»	100	75	»
Prussiate rouge de potasse.	8	14	7	28	10

On peut remplacer le prussiate rouge par le prussiate jaune de potasse, mais il faut alors en doubler la dose.

auront servi à la construction du four, et de l'emploi additionnel de composés propres à purifier l'acier et à le préserver contre l'influence des impuretés du combustible.

PROPRIÉTÉS DE L'ACIER.

L'acier peut être considéré, quant à sa composition, comme un intermédiaire entre la fonte et le fer. Il renferme, outre le fer, 2/3 à 2 pour 100 de carbone et de très-petites quantités d'autres substances, de l'azote, du soufre, du phosphore, du silicium, du titane, du manganèse, etc.

L'azote ne s'y rencontre qu'en proportion tellement minime et si peu en rapport avec les poids atomiques, que la désignation d'azotocarbure du fer, qu'on a voulu appliquer récemment à l'acier, ne paraît pas suffisamment justifiée. L'acier fond à une température supérieure à celle du point de fusion de la fonte, mais d'autant plus facilement qu'il est plus carburé. Il est malléable, à chaud et à froid, un peu plus dur que le fer, mais parfaitement attaquable à la lime, surtout après avoir été recuit. Chauffé au voisinage de son point de fusion, son grain gonfle, la malléabilité disparaît et l'acier se pulvérise sous le marteau. De là la difficulté de souder l'acier fondu, soit avec lui-même, soit avec le fer. L'acier peu carburé, dont le point de fusion est bien plus élevé, devient facilement soudable.

La propriété la plus caractéristique de l'acier, c'est de devenir d'une extrême dureté lorsque, après avoir été chauffé au rouge-cerise, il est plongé brusquement dans l'eau froide. Cette opération porte le nom de *trempe,* et exige souvent de grandes précautions, les objets en acier étant sujets à se voiler ou à se criquer en les trempant. L'acier trempé très-dur est en même temps très-cassant. En le réchauffant progressivement (en le faisant recuire), il perd de sa dureté, et devient en même temps moins cassant et plus élastique.

L'acier poli prend dans cette opération une coloration particulière et variable, suivant le degré de température, et c'est cette coloration qui permet dans la pratique de régler très-facilement le degré de revenissage. Les couleurs que prend l'acier sont successivement le jaune-paille (225°), le jaune foncé (238°), le pourpre (250°), le violet (263°) et le bleu (322°). Le bleu devient ensuite plus clair et passe au gris. En chauffant plus fortement, les mêmes couleurs reparaissent de nouveau dans le même ordre,

mais d'une manière très-fugitive, enfin l'acier devient rouge de feu et perd en même temps tous les effets de la trempe.

La densité de l'acier varie entre 7,4 et 8,1 ; elle est ordinairement de 7,7. Par la trempe, la densité diminue. L'acier est plus tenace et plus élastique que le fer ; sa cassure est toujours grenue, le grain est fin et très-uniforme.

En travaillant l'acier convenablement au marteau ou au laminoir son grain devient encore plus fin et plus serré, mais il ne présente jamais une structure lamelleuse ou fibreuse comme le fer.

L'acier possède une assez grande sonorité, aussi l'a-t-on employé à la fabrication des cloches. L'acier non trempé est plus sonore que l'acier trempé.

Pour la gravure sur acier (sidérographie), on emploie comme liquide rongeur une solution d'iode dans de l'iodure de potassium (2 parties d'iode, 5 d'iodure de potassium et 40 d'eau).

E. KOPP.

CHAPITRE II. — CUIVRE.

I. — MINERAIS DE CUIVRE.

Le cuivre est le plus utile de tous les métaux après le fer. Il est dur, et en même temps tenace, très-malléable et très-ductile. Sa fusibilité et son peu d'affinité pour l'oxygène permettent de l'employer dans des circonstances où le fer et la fonte ne conviendraient pas.

On peut diviser les minerais servant à la métallurgie du cuivre en trois classes : la première comprend le cuivre natif et combiné à l'oxygène ou à des acides ; la seconde, les minerais sulfurés ; la troisième, des minerais très-complexes, où le cuivre se trouve combiné à l'antimoine et à l'arsenic, et mélangé à des sulfures, arséniures et antimoniures d'autres métaux, tels que l'argent, le zinc, le mercure, le plomb, le bismuth, etc.

Les minéraux qu'on rencontre dans les minerais de la première classe sont : le cuivre oxydulé, à 88 pour 100 de cuivre ; la malachite, à 57, 3 pour 100 (dans les Cordillères, au Chili, en Sibérie), l'azurite, à 55 pour 100 (à Chessy et au Pérou).

Ceux de la seconde classe sont : le cuivre sulfuré à 7,79 pour 100 de cuivre, le cuivre pyriteux à 34 pour 100 (très-répandu), le

cuivre panaché, qui se distingue par des couleurs irisées, à 55 pour 100. Ce dernier est souvent mélangé au cuivre sulfuré (Toscane, Cornouailles, Suède, Norvége, Algérie). Les eaux qui ont été en contact avec les gîtes de ces minéraux sont quelquefois chargées de sulfate de cuivre; on les fait cristalliser ou on en extrait le cuivre par la cémentation.

La dernière classe comprend la bournonite, antimoniure de plomb et de cuivre, à 41, 7 0/0 de plomb et 12, 7 0/0 de cuivre, et les fahlerz, arséniures et antimoniures de cuivre, d'argent, de zinc, de fer et de mercure, qui contiennent de 30 à 48 pour 100 de cuivre, suivant leur richesse en métaux étrangers.

Essais des minerais de cuivre. — On peut employer la voie sèche et la voie humide. La voie sèche s'emploie d'ordinaire pour obtenir rapidement la quantité de cuivre que contient un minerai. La voie humide donne des résultats plus certains, mais les analyses sont plus difficiles. Pour ces dernières analyses, nous renverrons à l'*Introduction*, p. 435 et 453. Nous ne parlerons ici que de l'essai ordinaire par la voie sèche. On choisit des morceaux représentant à peu près la teneur moyenne du minerai; on les broie, et si le minerai appartient à la première classe, il suffit de les soumettre à une fonte réductrice qui donne un bouton de cuivre noir impur qu'il faut purifier. Dans le cas des minerais de la deuxième ou de la troisième classe, il faut soumettre le minerai à un grillage préalable. On le mélange alors avec du charbon ou toute autre matière analogue pouvant faciliter la réduction des oxydes d'antimoine et d'arsenic, et par cela même faciliter la volatilisation de ces deux corps. Le mélange, placé dans un têt, est soumis à une température graduellement croissante dans l'intérieur d'un fourneau à moufle. On règle la température et l'accès de l'air au moyen de la porte du fourneau de façon que le minerai s'oxyde et ne fonde pas. L'opération est finie, quand le minerai a pris un aspect terreux, et qu'il n'exhale plus d'odeur alliacée. On mélange alors le produit ainsi grillé avec du borax et du flux noir, dans un creuset, et on le soumet dans un fourneau à vent à une fonte réductrice. Les métaux plus oxydables que le cuivre se scorifient, et le produit est du cuivre noir, produit impur qui doit contenir tout le cuivre du minerai. Les quantités de flux noir et de borax à employer varient d'après la nature du minerai et sa richesse en cuivre. Si on mettait trop de flux, du cuivre serait réduit et passerait dans la scorie, ce que l'on remarquerait facilement; car, dans ce cas, la scorie est rou-

[redacted]

tre; dans le cas où on en mettrait trop peu, le cuivre serait ·impur et la fonte pâteuse ; aussi le métal aurait-il de la peine rassembler au fond du creuset. Le cuivre ainsi obtenu peut tenir d'autres métaux, du fer, de l'antimoine, de l'argent, du nb, de l'arsenic, du bismuth et de l'or. Tous ces métaux, à ception de l'or et de l'argent, sont plus oxydables que le cuivre. c, en soumettant l'essai à une fonte oxydante, on peut le ifier de ces derniers. Sur un têt qu'on a placé préalablement s un fourneau à moufle, on introduit le morceau de cuivre : avec une certaine quantité de borax plus grande qu'il ne pour scorifier les métaux plus oxydables; on règle le courant r par la porte; le bouton de cuivre se meut en tous sens jusqu'à qu'une espèce d'éclair se produise. Le cuivre devient brillant ert ; à ce moment, il faut arrêter l'opération et plonger le têt s l'eau. La scorie est toujours rouge, ce qui indique que du vre s'est scorifié. On ajoute au poids trouvé un dixième. On ient par cette méthode des résultats assez satisfaisants.

n traite les minerais par la voie sèche et par la voie humide. voie sèche convient à toutes les classes de minerai ; la voie nide s'applique exceptionnellement et seulement aux deux nières classes.

II.—EXTRACTION DU CUIVRE PAR LA VOIE SÈCHE.

ans le traitement des minerais par la voie sèche, on se sert de x espèces d'appareils, qui sont les fourneaux à cuve et les rneaux à réverbère. Le choix de ces deux espèces d'appareils end surtout de la faculté qu'on a de se procurer plus ou moins lement du combustible et des produits réfractaires à bon npte. On a distingué alors deux méthodes : celle des fourneaux ıve est dite *méthode continentale;* celle des fourneaux à réver- e, *méthode anglaise.*

MÉTHODE CONTINENTALE.—FOURNEAUX A CUVE.

Le traitement des minerais oxydés et carbonatés est très-simple : uffit de les fondre au contact du charbon, en ajoutant aux mi- ais des fondants convenables, et on obtient du cuivre noir il faut raffiner.

Le traitement des minerais sulfurés est plus compliqué. Il r e sur la propriété qu'a le cuivre d'avoir plus d'affinité pour ıfre et moins d'affinité pour l'oxygène que les métaux plus o

dables qui l'accompagnent, le fer, par exemple, dans le cas des minerais sulfurés.

On grille les minerais imparfaitement, ce qui donne un mélange de sulfures, d'oxydes et de sulfates. On les soumet à une fonte réductrice avec des fondants choisis d'après la composition de leurs gangues. L'oxyde de cuivre se réduit, et, en présence des sulfures non décomposés et de ceux formés par les sulfates réduits, il forme des sous-sulfures doubles de fer et de cuivre auxquels on a donné le nom de *mattes*. Les matières ferreuses ou siliceuses qui n'ont pas été altérées par le grillage se scorifient. Les scories et les mattes étant de densités différentes se superposent, les scories sont rejetées et les mattes considérées comme un minerai plus riche en cuivre que le précédent. En effet, elles contiennent moins de fer et plus de cuivre que le minerai. On conçoit qu'en grillant la matte et répétant la fonte réductrice, on arrive après deux opérations à *griller à mort* la matte, c'est-à-dire à séparer complétement le soufre par le grillage et à fondre pour cuivre noir le mélange d'oxydes; mais on risque, si le minerai n'est pas riche, de faire du cuivre noir très-impur, et, de plus, de scorifier relativement trop de cuivre; aussi préfère-t-on, quand les minerais ne sont pas riches, les soumettre un plus grand nombre de fois à des grillages et fontes successifs, pour les purifier à mesure qu'on avance. On voit par là que, dans le cas d'un minerai sulfuré et assez pur, la fabrication du cuivre a trois époques : 1° grillage des minerais et fonte de ces minerais (fonte pour mattes). Le produit est la matte; 2° grillage de la matte et sa fusion (fonte pour cuivre noir). Le produit est le cuivre noir; 3° Le raffinage du cuivre noir; le produit est du cuivre.

Première époque. Grillage des minerais et fonte pour mattes.—Grillage.—Le grillage se fait en tas pour les minerais très-sulfureux.



Fig. 397. — Grillage en tas.

On prépare une aire bien battue (fig. 397), sur laquelle on dispose du bois sec, en ménageant des canaux qui se rendent à une cheminée centrale. Sur le bois, on met les plus gros morceaux de minerai. On monte le tas avec des plus petits, et enfin

on fait une couverte avec les mêmes fragments. On met le feu au bois, il se communique au minerai qui continue à brûler en dégageant l'acide sulfureux. Quand le minerai est très-sulfureux, on fait sur le tas même des trous où le soufre vient se sublimer.

On fait encore le grillage entre murs. Les appareils ont diverses



Fig. 398.— Grillage entre murs.

formes, suivant les localités (fig. 398, 399, 400). On emploie le grillage entre murs pour les minerais moins sulfureux, et on est plus maître, avec ces appareils qu'avec les tas, de la température et de l'action de l'air. On y grille plus généralement les mattes. Dans la fig. 398, il suffit de placer les minerais ou les mattes sur l'aire inclinée en y laissant des canaux. En avant se trouvent des grilles sur lesquelles on allume du bois, on règle l'arrivée de l'air par les ouvertures auxquelles les portes correspondent. Dans les autres appareils (fig. 399 et 400), on met un lit de bois, puis le minerai; on ferme chaque stalle avec des pierres sèches et on met le feu. Les ouvertures placées dans les murs servent au tirage, et dans la fig. 400, à l'arrière, sont des canaux qui conduisent les gaz dans un espace destiné à les condenser. Cette disposition est faite pour recueillir le soufre.



Fig. 399.—Grillage entre murs.



Fig. 400.—Grillage entre murs.

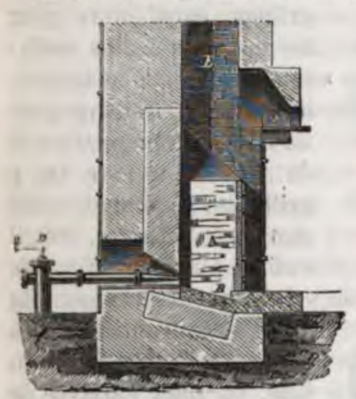
Fonte pour mattes. — La fonte réductrice s'opère dans des four-

neaux à cuve, qui ne diffèrent guère entre eux que par leur hauteur. On distingue les fourneaux à manche, les demi hauts fourneaux et les hauts fourneaux. Les fourneaux les plus hauts sont choisis de préférence pour la fonte pour mattes, parce qu'en obtenant plus d'effet du combustible, on peut, par la haute température, volatiliser une partie des matières étrangères; mais il ne faut pas que les minerais soient trop impurs, car s'ils contenaient trop de fer, une partie de ce métal se réduirait et engorgerait le fourneau en formant des dépôts, auxquels on a donné le nom de *loups*.

Dans la fonte pour cuivre noir, malgré la perte de combustible qu'amène l'emploi des fourneaux plus bas, on les emploie pour éviter la réduction du fer qui s'allierait au cuivre.

Ces fourneaux ont généralement une forme trapézoïdale; le plus grand côté est celui de la tuyère.

Ils ont une chemise réfractaire qui est entourée d'un massif quelquefois commun à plusieurs fourneaux. Ils sont souvent terminés par des cheminées destinées à enlever les gaz délétères, ou quelquefois par des chambres de condensation.


Fig. 401.—Fourneau à manche pour la fonte du cuivre pour mattes.

Les fourneaux à manche (figure 401), ont en général les dimensions suivantes : Hauteur, 1 mèt. 50 à 2 mètres; d'une costière A à l'autre, 0m,70 à 0m,50. De la poitrine à la rustine, 0m,50 à 1 mètre. Le creuset intérieur B se prolonge et forme une partie avancée nommée *avant-creuset*, par laquelle on retire les scories. Sur le côté se trouve un bassin de réception qu'on emplit, quand le creuset est plein, en débouchant un trou pratiqué à sa partie inférieure. Le fond du creuset est à 0m,60 au-dessus du sol de l'usine.

Dans d'autres fourneaux, dans les demi-hauts fournaux, par exemple (fig. 402), la poitrine du fourneau descend jusque sur la brasque et à la partie inférieure est percé un trou dit *œil;* on le débouche pour faire couler dans un bassin de réception C les produits de la fonte. Dans quelques fourneaux, il y a deux ouvertures sur la poitrine et deux bassins de réception; on nomme

alors ces fourneaux *fourneaux à lunettes*. Dans les demi-hauts fourneaux, la hauteur varie entre 2 et 5 mètres, l'espace entre les costières entre 0m,50 et 0m,80, et de la poitrine à la rustine entre 0m,65 à 1 mètre. Les hauts fourneaux portent trois tuyères et ne diffèrent guère des demi hauts fourneaux que par la hauteur, qui peut atteindre 7 mètres. La hauteur des tuyères, dans ces deux derniers genres de fourneaux, au-dessus du creuset, varie entre 0m,40 et 0m,70. Dans tous les cas, les tuyères sont légèrement inclinées et dépassent de quelques centimètres la paroi intérieure du fourneau. La quantité d'air envoyée par minute varie entre 5 et 9 mètres cubes pour les fourneaux à manche; 10 et 12 mètres cubes pour les demi hauts fourneaux; 15 et 20 mètres cubes pour les hauts fourneaux.



Fig. 402.—Demi-haut fourneau servant à fondre les mattes.

La pression du vent est généralement faible et est comprise entre 2 et 5 centimètres de mercure.

Dans l'opération de la fonte on se propose : 1° de réduire ; 2° de fondre. Au commencement de l'opération, on charge seulement du combustible, et quand le four est chaud, on charge des scories sur la rustine. Ces scories fondent, et, en arrivant à la tuyère, se figent ; l'ouvrier fondeur fait avec un ringard ce que l'on appelle un *nez*. Ce n'est autre chose que le prolongement de la tuyère. Ce nez sert à empêcher le vent de se rendre directement au travers du minerai.

En effet, on charge d'habitude le minerai sur la rustine, et le vent est forcé, dans ce cas, de traverser d'abord le charbon incandescent. Il se forme de l'oxyde de carbone qui, passant dans le minerai, le réduit, et, en brûlant, fournit la température nécessaire pour le fondre.

L'aspect du nez et l'examen des scories sert de guide pour la marche du fourneau. Si le nez fond, cela indique que la température augmente et que la charge en minerais est trop faible. S'il s'allonge, la tuyère s'obscurcit, la température baisse, la charge en combustible est trop faible. Ainsi, pendant le travail, on peut, au moyen de l'examen du nez, guider l'opération de la fonte en changeant convenablement les quantités de charbon et de mine-

rai. L'examen des scories est aussi très-important. Ainsi, des scories rouges indiqueraient la scorification d'une partie du cuivre ; si elles étaient pâteuses, elles annonceraient un dosage trop réfractaire et rendraient difficile leur séparation d'avec la matte. Il faut ne préparer le lit de fusion, qui doit contenir tout ce qu'il faut pour composer de bonnes scories, qu'après avoir fait des analyses exactes, et par voie humide, des minerais que l'on doit fondre. Dans ces minerais sulfurés, le peroxyde de fer est l'oxyde métallique qu'on doit scorifier. Les autres gangues sont, selon la nature des minerais, tantôt quartzeuses, tantôt terreuses. Il faut donc, suivant la composition des minerais, fournir au mélange des produits acides ou basiques tels qu'ils forment, avec ceux contenus dans les minerais, des silicates fusibles. Les scories neutres, les scories acides provenant d'autres opérations, le quartz, le spath fluor, la chaux, sont les fondants qu'on emploie le plus généralement. Il faut faire bien attention que le lit de fusion contienne assez de soufre pour rassembler le cuivre qui se réduit, sans quoi une partie passerait dans les scories, une autre serait réduite et donnerait du cuivre noir très-impur. Pour éviter ces inconvénients, on ajoute du minerai cru au lit de fusion, s'il ne contient pas assez de soufre ; s'il en contient trop, on a la ressource de le griller une seconde fois.

Les produits de la fonte pour mattes sont : les scories, les mattes et les gaz combustibles. Les scories ont l'aspect des scories de forge.

Quand les minerais ne contiennent pas beaucoup de fer, ces scories ont l'aspect de celles des hauts fourneaux à fer (silicates de chaux, d'alumine et de magnésie).

Les gaz sont moins combustibles que ceux des hauts fourneaux ; ils contiennent moins d'oxyde de carbone et on y trouve des quantités assez notables d'acide sulfureux. Pour les utiliser, il faut qu'ils contiennent au moins 20 pour 100 d'oxyde de carbone.

On a essayé d'employer l'air chaud : la température augmentait à la tuyère et baissait au gueulard ; il y avait économie de combustible et une production plus considérable.

Les minerais de cuivre de la troisième classe sont traités comme les cuivres sulfurés ; mais le travail est plus difficile, et les produits moins purs. S'ils contiennent du soufre, on les grille ; dans le cas contraire, on les fond directement ; une partie de l'arsenic et de l'antimoine sont volatilisés, et on obtient des mattes qu'on

[redacted]

mélange avec les autres quand elles doivent être traitées pour cuivre.

Deuxième époque. Grillage de mattes. Fonte pour cuivre noir.—On peut considérer les mattes comme des minerais enrichis et débarrassés de toute matière terreuse ou siliceuse. Quand la matte est riche, on *grille à mort*; les grillages, au nombre de quatre et quelquefois de vingt, se font entre murs. On soumet ensuite le produit à une fonte réductrice qui a pour but de réduire le cuivre, en donnant du cuivre noir, et de scorifier tout le fer que contenait la matte.

Quand les mattes sont pauvres, avant d'arriver à griller à mort, on a intérêt à faire une suite d'opérations de concentration. On grille donc imparfaitement. On recueille tout le cuivre dans une nouvelle matte, et l'oxyde de fer formé par le grillage passe dans la scorie. Quand on juge que la matte est assez concentrée, on grille à mort et on fond pour cuivre noir. Quand on fait subir aux mattes plusieurs grillages, on les soumet quelquefois à des lavages méthodiques qui enlèvent les sulfates que l'on fait cristaliser ou desquels on précipite le cuivre par le fer. La fonte pour cuivre noir se fait généralement dans des fourneaux peu élevés. Le nez doit être sombre, pour éviter, autant que possible, la réduction du fer. Les produits de la fonte pour cuivre noir sont les scories, la matte mince, le cuivre noir et les gaz combustibles. Les scories ont à peu près la même composition que celles des forges; seulement on y trouve toujours un peu de cuivre combiné ou entraîné; on les repasse à la fonte pour mattes. La matte mince est un sous-sulfure de cuivre très-riche. On la passe à la fonte pour matte. La partie de la matte qui a été en contact avec le cuivre noir est garnie de filaments brun très-foncé. Ces filaments contiennent de 70 à 95 pour 100 de cuivre et du soufre; et, quand les minerais ne sont pas très-purs, du soufre, de l'antimoine, de l'argent, etc. S'il y a de l'argent ou de l'or dans les minerais, ces métaux restent en totalité dans le cuivre noir.

Quand on a des minerais oxydés, mélangés à des minerais sulfurés, on les passe à la fonte pour mattes; quand ils sont simplement oxydés, pourvu qu'ils aient au moins une teneur de 25 pour 100, on les passe à la fonte pour cuivre noir.

Pour séparer l'argent du cuivre, on emploie la *liquation*. On le sépare aussi directement des mattes par l'amalgamation et la chloruration. (Freyberg.) (Voy. *Métaux précieux*, chap. II. *Argent*. MÉT.)

Liquation. — La liquation est fondée sur ce fait, que si on fond

du plomb avec du cuivre argentifère, il y a mélange sans combinaison, et que si on soumet l'alliage à une température capable de fondre le plomb et non le cuivre, l'argent, ayant une affinité plus grande pour le plomb, fond avec ce dernier et se sépare du cuivre resté solide. Pour que l'argent ne soit pas retenu par le cuivre ou que le cuivre ne soit pas entraîné par le plomb fondu, il faut que le rapport du plomb au cuivre soit le suivant : cuivre noir 3, plomb 11, et que, de plus, le poids du pain soit au moins 500 fois plus grand que celui de l'argent qu'il contient. On consomme beaucoup de combustible et de plomb par ce procédé, et il n'est applicable avantageusement que pour les cuivres contenant de 0,006 à 0,025 d'argent.

Le mélange du plomb avec le cuivre argentifère se fait dans un petit fourneau à cuve ordinaire. On fond ainsi des pains, que l'on dispose ensuite sur deux murs AA surmontés de plaques en fonte (fig. 403). Ces pains sont entourés de plaques de tôle B, et sont maintenus à distance les uns des autres par des coins de bois placés préalablement. On verse entre les pains du charbon, et, en dessous, on allume un feu de bois. Le plomb argentifère coule et se rend dans le bassin D, d'où on le prend et on le coule en saumons bons à être coupellés.



Fig. 403.—Aire de liquation.

Le cuivre tout crevassé est placé dans un four, dit *four de ressuage,* où la température est plus élevée que sur l'aire de liquation ; dans ce four, le plomb qui restait dans le cuivre est complétement séparé, et les disques sont soumis au raffinage.

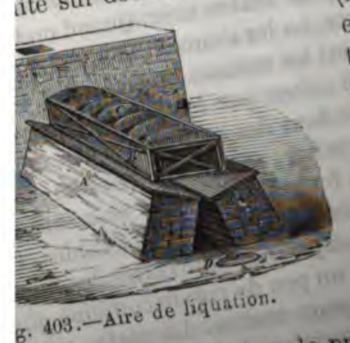
Troisième époque.— Dans la méthode continentale, on affine au four à réverbère, au four à vent et au petit foyer. Le petit foyer est un creuset brasqué *c* qui a 15 à 20 centimètres de profondeur et 0m,50 à 0m,60 de diamètre. Ce creuset porte une tuyère B et est entouré d'un rebord (fig. 404), destiné à maintenir le charbon. La tuyère est légèrement inclinée de 15° à 20°. Une ouverture *oo*, pratiquée dans le rebord du foyer, laisse les scories s'écouler. On emplit le creuset de charbon, on y met le feu et on donne le vent graduellement. On place le cuivre noir sur les charbons, et préfé-

rablement en face de la tuyère; le cuivre fond, et on en ajoute jusqu'à ce que le creuset soit plein. Les métaux plus oxydables que le cuivre passent dans les scories qui coulent par le canal pratiqué en *oo*. Au bout d'un certain temps, les scories deviennent rougeâtres. C'est un signe que l'opération s'avance, car il se scorifie une certaine quantité de cuivre. On prend alors des essais au moyen d'une baguette en fer bien polie et arrondie du bout. Tant que le cuivre ne se détache pas facilement de la baguette brusquement plongée dans l'eau, et que le dé de cuivre est épais, l'opération n'est pas terminée et le cuivre du dé est cassant. Quand le cuivre commence à se purifier, l'essai est mince et se détache bien de la baguette; de plus, il est malléable et présente une couleur brun foncé à l'extérieur et rouge caractéristique à l'intérieur. Alors on enlève les scories, et le bain doit être brillant. On arrête le vent, on projette de l'eau qui solidifie la surface du cuivre, et, au moyen d'une fourche, on enlève cette surface solidifiée qui a une couleur rose particulière qui a fait donner au cuivre ainsi obtenu le nom de *cuivre rosette*. On répète la même opération jusqu'à ce que tout le cuivre que contenait le creuset en soit enlevé. Le cuivre à cet état n'est pas malléable, parce qu'il contient une certaine proportion d'oxydule de cuivre. Pour lui rendre sa malléabilité, ceux qui doivent l'employer le refondent et répètent l'opération que nous venons de décrire; seulement, quand le cuivre est fondu, ils ajoutent sur le bain une petite quantité de charbon destinée à réduire l'oxyde de cuivre. La fonte est donc dans ce cas réductrice; dans le premier cas, elle était oxydante. A l'aspect du dé que l'on prend dans la masse, on juge si l'opération est terminée. Si on laissait le cuivre trop longtemps en contact avec le charbon, il en absorberait une certaine quantité qui lui enlèverait sa malléabilité qu'on avait voulu lui rendre. Dans ce cas, on donne un peu de vent pour brûler le charbon combiné, et on coule. Le dé, quand le cuivre est combiné à du carbone, a dans sa cassure un aspect rouge jaunâtre très-brillant; de plus, le métal est alors cassant.



Fig. 404.—Affinage au petit foyer.

cuivre argentifère, il y a mélan
on soumet l'alliage à une tempér
nb et non le cuivre, l'argent, ayan
r le plomb, fond avec ce dernier
solide. Pour que l'argent ne soit pas
cuivre ne soit pas entraîné par le
pport du plomb au cuivre soit le s
11, et que, de plus, le poids du pain
grand que celui de l'argent qu'il co
up de combustible et de plomb par
ble avantageusement que pour les
à 0,025 d'argent.
du plomb avec le cuivre argentifère
u à cuve ordinaire. On fond ainsi de
ite sur deux murs AA surmontés de
(fig. 403)
entouré
tôle B,
nus à
des au
de bois
ment.
pains
desso
feu d
arge



g. 403.—Aire de liquation.

ans le bassin D, d'où on le prend et

... et des minerais étrangers ... de l'Australie.

... diviser ces minerais en ... classes, d'après leur composition chimique et leur teneur en cuivre :

... Pyrites cuivreuses, contenant ... de pyrites de fer, à gangue quartzeuse, ayant une teneur de 3 à ... pour 100 ;

... Pyrites cuivreuses contenant beaucoup de pyrites de fer, un ... de cuivre oxydé ou carbonaté, à gangue quartzeuse et ayant une teneur de 15 à 20 pour 100 ;

... Pyrites cuivreuses, contenant peu de pyrites de fer et peu de ..., et plus de produits oxydés que ceux de la deuxième classe. La teneur est de 12 à 20 pour 100 ;

... oxydulé, mélangé à un peu de cuivre pyriteux et panaché et à gangue quartzeuse ; la teneur est comprise entre 25 et 45 pour 100 ;

5° Minerais oxydés très-riches, exempts de sulfures et de substances nuisibles, à gangue quartzeuse, ayant une teneur de 60 à 80 pour 100. Les minerais des deux dernières classes proviennent surtout du Chili, et ne contiennent presque que du cuivre carbonaté, du cuivre oxydulé et du cuivre natif.

Pour arriver à produire du cuivre noir, on fait subir en général aux minerais cinq opérations :

1° Le grillage des minerais ; 2° la fusion pour matte bronze ; 3° le grillage de la matte bronze ; 4° la fonte pour matte blanche ; 5° le rôtissage pour cuivre noir ; 6° le raffinage.

1° *Grillage des minerais.*—Les minerais où le cuivre existe à l'état de pyrites, et dont la teneur est inférieure à 10 pour 100 sont toujours grillés. On en grille encore qui auraient pu être passés directement au lit de fusion, en raison de leur teneur en cuivre, mais dont on doit éloigner les matières nuisibles qui s'y présentent, telles que l'arsenic et l'antimoine. On se sert pour griller les minerais d'un four (fig. 407) à réverbère, dont la voûte s'abaisse de plus en plus en s'éloignant du foyer. Ce four est construit en briques réfractaires et muni d'armatures en fer. Il y a quatre portes *c* pour le travail, quatre ouvertures *d* pratiquées dans la sole pour décharger le four et que l'on bouche pendant le travail. Le minerai tombe dans la cavité voûtée A ... pour le soumettre à la fonte pour mattes. Près ... E, canal *oo* a été ménagé pour donner ... e. La sole est en briques de champ. La ... quelques barreaux très-écartés. Cette dispo...

On affine aussi dans un fourneau à réverbère et à vent, dans la méthode continentale, mais on affine seulement pour rosettes. Dans la méthode anglaise, que nous verrons plus tard, on fait les deux opérations dans le même fourneau et dans la même campagne. Le fourneau à réverbère de la méthode continentale a une forme elliptique (fig. 405); la sole est brasquée; le fourneau a cinq

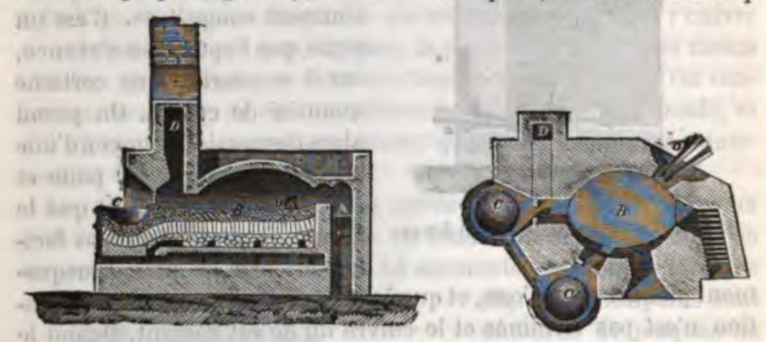


Fig. 405 et 406. — Affinage au four à réverbère.

ouvertures, l'une A pour la chauffe, une autre pour l'introduction des matières, deux C, C' pour la coulée au-dessous desquelles sont deux bassins brasqués comme la sole B; enfin, une O pour les tuyères. En D est la cheminée.

On charge jusqu'à 3,000 kilogrammes de cuivre noir; quand il est fondu, on donne le vent; il se forme alors des scories que l'on enlève avec un râble. Les scories deviennent de plus en plus rares, et à mesure que l'opération avance, elles rougissent. A l'aspect du bain et aux essais pris dans le fourneau, on juge de la marche de l'opération. Quand on suppose que l'opération est finie, on fait la coulée dans les deux bassins, et on fait des rosettes avec le cuivre ainsi purifié, comme nous l'avons indiqué dans l'affinage au petit foyer. Quand le cuivre est argentifère et qu'on peut avantageusement le traiter pour l'argent qu'il contient, on l'affine quelquefois et on le coule par petites portions dans l'eau froide qui le réduit en grenailles; à cet état, il est plus facile à fondre avec le plomb et les pains d'alliage sont plus homogènes.

MÉTHODE ANGLAISE.—FOUR A RÉVERBÈRE.

Dans la méthode anglaise, on se sert exclusivement des fourneaux à réverbère. Elle est pratiquée surtout en Angleterre, dans le sud du pays de Galles, à Swansea et à Neath.

On y traite des minerais indigènes venant de la presqu'île de

Cornouailles, et des minerais étrangers qu'on tire de Cuba, du Chili et de l'Australie.

On peut diviser ces minerais en cinq classes, d'après leur composition chimique et leur teneur en cuivre :

1° Pyrites cuivreuses, contenant beaucoup de pyrites de fer à gangue quartzeuse, ayant une teneur de 3 à 15 pour 100;

2° Pyrites cuivreuses contenant beaucoup de pyrites de fer, un peu de cuivre oxydé ou carbonaté, à gangue quartzeuse et ayant une teneur de 15 à 20 pour 100 ;

3° Pyrites cuivreuses, contenant peu de pyrites de fer et peu de gangues, et plus de produits oxydés que ceux de la deuxième classe. La teneur est de 12 à 20 pour 100 ;

4° Cuivre oxydulé, mélangé à un peu de cuivre pyriteux et panaché et à gangue quartzeuse; la teneur est comprise entre 25 et 45 pour 100;

5° Minerais oxydés très-riches, exempts de sulfures et de substances nuisibles, à gangue quartzeuse, ayant une teneur de 60 à 80 pour 100. Les minerais des deux dernières classes proviennent surtout du Chili, et ne contiennent presque que du cuivre carbonaté, du cuivre oxydulé et du cuivre natif.

Pour arriver à produire du cuivre noir, on fait subir en général aux minerais cinq opérations :

1° Le grillage des minerais; 2° la fusion pour matte bronze; 3° le grillage de la matte bronze; 4° la fonte pour matte blanche; 5° le rôtissage pour cuivre noir; 6° le raffinage.

1° *Grillage des minerais.*—Les minerais où le cuivre existe à l'état de pyrites, et dont la teneur est inférieure à 10 pour 100 sont toujours grillés. On en grille encore qui auraient pu être passés directement au lit de fusion, en raison de leur teneur en cuivre, mais dont on doit éloigner les matières nuisibles qui s'y présentent, telles que l'arsenic et l'antimoine. On se sert pour griller les minerais d'un four (fig. 407) à réverbère, dont la voûte s'abaisse de plus en plus en s'éloignant du foyer. Ce four est construit en briques réfractaires et muni d'armatures en fer. Il y a quatre portes *c* pour le travail, quatre ouvertures *d* pratiquées dans la sole pour décharger le four et que l'on bouche pendant le travail. Le minerai tombe dans la cavité voûtée A, d'où on le tire pour le soumettre à la fonte pour mattes. Près de la porte du foyer E, un canal *oo* a été ménagé pour donner accès à l'air atmosphérique. La sole est en briques de champ. La chauffe E ne porte que quelques barreaux très-écartés. Cette disposition particulière est

occasionnée par la nature du combustible que l'on emploie, et qui est un mélange d'anthracite et de charbon gras. L'anthracite

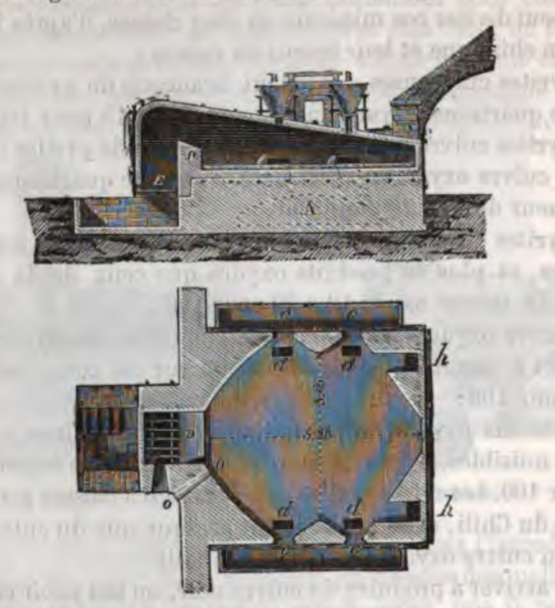


Fig. 407 et 408. — Coupe et plan du four de grillage, méthode anglaise.

seule ne brûlerait pas, parce que, au feu, elle se briserait en petits morceaux et passerait à travers la grille. Le charbon gras sert à agglomérer la masse et à la maintenir, une fois allumée. L'anthracite donne en brûlant une scorie vitreuse avec laquelle les chauffeurs préparent un lit sur lequel repose le feu. Ce lit est percé de place en place pour donner accès à l'air ; à mesure que les scories se forment dans le foyer, on fait tomber les parties inférieures du lit, qui sont remplacées successivement pendant le travail. On obtient de cette façon la flamme longue dont on a besoin dans les fours à réverbère. L'air, en passant à travers la masse incandescente placée sur la grille, se transforme d'abord en gaz acide carbonique et azote, puis en azote et oxyde de carbone. Cet oxyde de carbone suit la voûte très-surbaissée et se trouve en contact, dans la partie inférieure de la couche qu'il forme, avec une couche atmosphérique venue de l'ouverture *oo* et des portes de travail, de sorte que toute la couche brûle et fournit partout dans le four la flamme voulue. Les deux agents dont on a besoin pour le grillage, l'air atmosphérique et la haute température,

[redacted]

sont donc là parfaitement disposés, et on peut les faire agir à volonté.

On charge le four par deux trémies BB placées au-dessus de deux ouvertures pratiquées dans le milieu de la voûte du fourneau, et les opérations se succèdent sans interruption. On étend immédiatement le minerai sur la sole, et on conduit le feu de manière que le minerai ne se fritte pas, c'est-à-dire qu'il ne fonde pas, et ne s'agglomère pas, sans quoi il ne grillerait qu'à la surface. Toutes les deux heures, on renouvelle les surfaces en remuant le minerai, et au bout de douze heures, l'opération est terminée. On a grillé 3,500 kilogrammes de minerai. On enlève les portes et les bouchons en fonte qui ferment les ouvertures *dd*, et on fait passer par ces ouvertures tout le minerai dans la voûte A, au moyen d'un râble. Sitôt le four vide, on le remplit à nouveau, et l'opération recommence. Le minerai grillé est porté à la fonte pour matte bronze.

2e *Fonte pour matte bronze.* —Dans cette opération, on se propose de séparer le cuivre des gangues qui l'accompagnent, et on forme le lit de fusion de manière à former trois produits. En premier lieu, des scories qui absorbent le fer oxydé par le grillage, ainsi que les produits que contiennent les gangues; puis une matte riche environ à 33 pour 100 de cuivre, qui contient tout le cuivre du minerai et du sulfure de fer qui n'a pu être décomposé, et enfin des gaz qui sont principalement formés d'acide sulfureux.

On ajoute à cette fonte des scories riches des opérations qui suivent celle-ci, et que nous décrirons plus tard, et des minerais crus qui, par leur composition, se trouvent dans un état analogue à ceux qui ont été grillés, par exemple ceux de la troisième classe. On a donné le nom de matte bronze à la matte obtenue dans cette opération, à cause de sa couleur.

Le fait de la réduction dans le cas qui se présente ici se fait non plus par le charbon, comme dans la méthode continentale, mais par le soufre. A une haute température; les sulfures réagissent sur les oxydes, et réciproquement; le cuivre se porte de préférence dans les mattes, le fer s'oxyde et passe dans les scories. Il y a de plus réaction entre le soufre des sulfures et l'oxygène des oxydes, et il se forme de l'acide sulfureux. Le four dont on se sert (fig. 409), se charge comme le four de grillage. Il a une forme elliptique et la sole J est formée par des scories réfractaires et en T; elle est disposée en creux. C'est là que doit se récolter la matte. Une seule porte

P, placée en face du pont de chauffe P′, sert au travail, et près de la cheminée D, sont des moules de sable O où se récolte la scorie; R est une rigole en fonte garnie d'argile pour faire couler la matte dans le bassin B, rempli d'eau et servant pour deux fours. Au bout

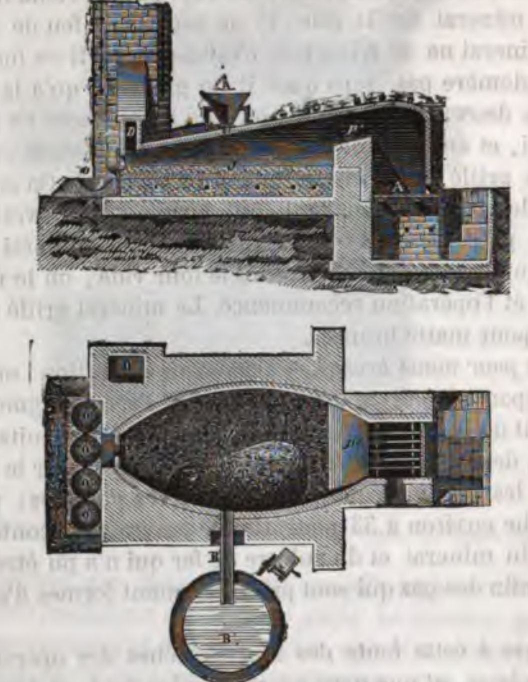


Fig. 409 et 410.—Four à fondre pour mattes, méthode anglaise.

de la rigole R, un trou est pratiqué dans la maçonnerie du four, au point le plus bas de la sole, et ce trou est bouché avec un tampon d'argile pendant le travail. La température est poussée beaucoup plus loin que dans les fours de grillage; on emploie le même combustible et le même mode de combustion que dans cette première opération. Sitôt une coulée faite, on charge le four par la trémie A, on étend les matières formant le lit de fusion, et on chauffe; bientôt la matière fond, et pour faciliter les réactions on brasse de temps à autre. Cette opération dure d'ordinaire quatre heures, au bout desquelles on enlève les scories en les tirant avec un râble par la porte P; les scories entraînent toujours de la matte, aussi les fait-on couler dans des moules en sable OO, communiquant entre eux; il se forme là tout d'abord une espèce de

[redacted]

age, car la matte, plus lourde que la scorie, se dépose préféra-
ement dans le premier trou pratiqué dans le sable. Du reste ces
ories sont cassées, triées et repassées dans une opération sui-
nte. Quand les scories sont enlevées, on perce un trou dans le
uchon d'argile placé en face la rigole R, et la matte s'écoule
ns le bassin B, en se grenaillant. On traite à la fois 1,000 kilogr.
ı lit de fusion.

3° *Grillage de la matte bronze, et fonte de la matte bronze grillée.*—
e grillage que l'on pousse très-loin dure trente-six heures. On
rille à la fois 4,500 kilogr. de matte. Comme le soufre a été
resque complétement éliminé, une partie du cuivre, quand on
efond cette matte bronze grillée, passe dans les scories; mais cela
'a pas d'inconvénients, au point de vue de la perte du cuivre,
arce que l'on repasse les scories dans la fonte pour matte bronze,
ı que là le cuivre est absorbé par la matte. Le four de grillage
st exactement le même que celui dont on se sert pour les mine-
ais. Le four de fusion ne diffère du four de fusion pour mattes
onze que par la sole qui, dans ce cas, est plate et légèrement
clinée vers la porte de travail. On mélange de la matte bronze
illée avec des minerais de la quatrième classe, qui ne contien-
nt que très-peu de soufre et avec des battitures de cuivre prove-
nt des laminoirs. On charge à la fois 1,600 kilogrammes du lit de
ion. L'opération dure six heures; on brasse de temps à autre
ır faciliter la réaction; il se dégage de l'acide sulfureux. A la
de l'opération, on pousse le feu pour que les matières se sépa-
t bien, et on ouvre au-dessous de la porte de travail un trou qui
nt au niveau le plus bas de la sole. La matte coule d'abord
ıs un moule fait en sable; on ne fait qu'un saumon; puis vien-
ıt les scories qui sont très-fluides et que l'on partage en deux
tions : la première, que l'on fond avec des minerais de la troi-
ne classe; la seconde, que l'on fond avec les produits qui
ment la matte bronze. La matte obtenue dans cette opération
dite matte blanche. Elle renferme de 70 à 75 pour 100 de
vre. Elle contient un peu de sulfure de fer. Sa composition
rapproche beaucoup de la composition du sulfure de cuivre,
S.

° *Rôtissage pour cuivre noir.* — Le rôtissage pour cuivre noir
ısiste à exposer la matte blanche à une température voisine
la fusion, et pendant quelque temps au contact de l'air atmo-
ıérique. On charge jusqu'à 3,000 kilogrammes de saumons de
ıtte blanche et de minerais oxydés de la cinquième classe, dans

un four semblable à celui où on fond pour matte blanche. On chauffe, la matte fond d'abord goutte à goutte; en présence d'une certaine quantité d'air, il se forme de l'oxyde de cuivre en excès, bientôt les saumons ont disparu et forment une masse pâteuse qui commence à bouillonner. Il se dégage de l'acide sulfureux par la réaction des oxydes sur les sulfures; on laisse la température d'abord s'abaisser un peu, et quand il n'y a plus de dégagement d'acide sulfureux, on donne un coup de feu pour bien liquéfier les matières. L'opération dure vingt-quatre heures. Au bout de ce temps, on enlève avec un râble les scories très-riches en cuivre (20 pour 100), et que l'on repasse à la fonte pour mattes blanches. On coule le cuivre en saumons dans des moules en sable. Ce cuivre noir est plus pur que celui obtenu par la méthode continentale; mais il a besoin cependant d'être raffiné.

Raffinage du cuivre dans la méthode anglaise. — On raffine à la fois 10,000 kilogrammes de cuivre. Les réactifs employés sont l'air atmosphérique, le sable adhérent aux pains de cuivre, et les parois du four. Ce four diffère peu des fours à fondre les mattes, il est seulement un peu plus grand, et la chauffe proportionnellement plus vaste. Pendant dix-huit heures, on n'a qu'à chauffer: le cuivre fond peu à peu et s'oxyde en partie; l'oxyde réagit sur le cuivre fondu, soit directement, soit en se combinant d'abord à la silice. Il se forme une scorie dans laquelle passent les oxydes des métaux étrangers contenus encore dans le cuivre.

Au bout de vingt-deux heures, les réactions se sont opérées; on procède alors à ce que l'on appelle *le départ*. On ouvre la porte de travail, on enlève les scories, et comme le cuivre contient de l'oxydule de cuivre, on jette quelques pelletées de menu charbon de bois; le charbon réagit sur l'oxyde du cuivre et le réduit. En même temps, on introduit dans le cuivre une perche de bois vert, qui y produit un bouillonnement favorable à renouveler les surfaces en contact avec le charbon et l'oxyde de carbone. Si on allait trop loin et si du charbon se combinait au cuivre, on pourrait revenir sur ses pas en oxydant le cuivre au moyen de l'oxygène de l'air. Le point où le cuivre est pur est très-difficile à saisir; il faut une grande habitude; le chef fondeur juge de ce point par l'examen d'essais pris dans le four, à chaque instant, au moyen d'une petite lingotière.

Il examine la cassure, la malléabilité, la couleur du cuivre, et quand il juge que l'opération est terminée, on coule dans des poches de fonte garnies d'argile, et de là dans des lingotières,

on superpose le contenu des poches; chaque poche forme un ;ot qui se détache du précédent. Les lingots sont coulés plus moins épais, selon l'emploi qu'on veut en faire.

III.—EXTRACTION DU CUIVRE PAR LA VOIE HUMIDE.

In traite, dans quelques endroits, les sulfates de cuivre obtenus : le lavage des mattes ou contenus dans les eaux des mines : la cémentation. La cémentation consiste ici simplement à poser des barres de fer dans des bassins où on fait arriver des ux sulfatées. Une quantité de fer équivalente au cuivre contenu ns les eaux sulfatées se dissout, et le cuivre se précipite en udre.

Il est bon de faire couler l'eau sulfatée sur le fer et de la renouler sans cesse : l'opération marche plus vite, le fer se trouvant ntinuellement à découvert. L'emploï d'un courant électrique cilite beaucoup et hâte la précipitation. En agissant directement ur les minerais par voie humide, on n'a guère réussi jusqu'alors y trouver de l'avantage qu'avec les minerais oxydés ou carbonatés très-pauvres et à gangue quartzeuse. Dans les localités où combustible est rare, une gangue qui ne puisse absorber acide est une grande condition pour réussir; si la gangue était ar exemple du carbonate de chaux, on emploierait une trop rande quantité d'acide pour que l'exploitation soit possible.

E. GAUPILLAT.

CHAPITRE III. — PLOMB.

I.—MINERAIS DE PLOMB.—GISEMENT ET EXPLOITATION.

Le plomb est un des métaux les plus importants par ses nombreuses applications dans les arts; il y est employé à l'état métallique, sous forme de litharge, de minium, de sels divers.

Celui qu'on rencontre dans le commerce est ordinairement assez pur, mais il contient toujours des traces d'argent; il peut contenir encore du cuivre, de l'antimoine, de l'arsenic. Ces métaux proviennent des minerais où ils existaient en même temps que le plomb; ils altèrent ses propriétés, et diminuent par suite sa valeur commerciale.

Les minerais de plomb les plus importants sont le sulfure d plomb ou galène et le carbonate; de ces deux minerais la galèn est de beaucoup le plus répandu.

On rencontre la galène dans presque tous les étages des terrain géologiques. Elle forme des filons, des amas. On la trouve auss en veines ou en grains dans des grès et des sables. La galène pur contient 13,2 de soufre et 85,2 de plomb pour 100. Elle est souven mêlée aux pyrites de fer et de cuivre, au cuivre gris, à la blende au sulfure d'antimoine; elle contient toujours une certaine quan tité de sulfure d'argent. Lorsque la proportion d'argent renfermé dans la galène s'élève à $\frac{2}{10000}$ seulement, le minerai devient dou ble; le mode de traitement n'est toutefois pas changé; on extrai le plomb comme à l'ordinaire, puis on retire par la *coupellatio* l'argent qui s'y est concentré. Les galènes qui ne contiennen que $\frac{2}{10000}$ d'argent sont dites galènes *pauvres;* celles qui en ren ferment $\frac{1}{1000}$ sont dites galènes *riches.*

Le carbonate de plomb se trouve presque toujours à la parti supérieure des filons ou des amas de galène; aussi semble-t-il dan ce cas résulter de l'altération de cette dernière. L'analyse du car bonate de plomb indique qu'il contient 83,5 pour 100 de plomb Ce minerai, comme nous le verrons, est beaucoup plus facile traiter que la galène.

On rencontre encore dans la nature d'autres minéraux conte nant du plomb. Les principaux sont : le séléniure, le chloropho sphate, le chloroarséniate, le sulfate et le chomate. Ces minérau ne sont en général pas assez abondants pour constituer de vé ritables minerais.

Les gangues terreuses qui accompagnent le plus souvent le minerais de plomb sont le quartz, le spath-fluor, le sulfate d baryte et la chaux carbonatée. On doit se débarrasser autant qu possible des gangues par la préparation mécanique. Les minerai à gangue de quartz ou de sulfate de baryte sont difficiles à enri chir beaucoup, sans qu'il y ait perte notable de plomb et d'argent aussi aime-t-on mieux en général ne pas pousser l'enrichissemen très-loin. La chaux carbonatée et le spath-fluor peuvent être a contraire presque complétement séparés des minerais qu'ils ac compagnent; les produits de la préparation mécanique sont alo très-riches.

[redacted]

II. — TRAITEMENT MÉTALLURGIQUE DES MINERAIS DE PLOMB.

Le traitement métallurgique applicable au carbonate de plomb est très-simple : il consiste à fondre ce minerai mêlé à du charbon dans des fours à réverbère. La réaction qui intervient est représentée par la formule suivante :

$$PbO,CO^2 + 2C = Pb + 3CO.$$

Le plomb se produit très-facilement ; le plus souvent le carbonate de plomb se trouve associé à la galène ; il subit alors forcément le même traitement qu'elle.

Le traitement de la galène se fait par deux méthodes différentes. Dans la première, on fond la galène avec du fer métallique, le fer s'empare du soufre et le plomb devient libre ; cette réaction est représentée par la formule :

$$PbS + Fe = Pb + FeS.$$

Cette méthode est quelquefois nommée *méthode par précipitation.*

Dans la deuxième méthode, plusieurs réactions interviennent : le sulfure de plomb grillé se transforme en partie en oxyde, et en sulfate. Si l'on fond la matière grillée, les réactions suivantes se produisent :

$$PbS + PbO,SO^3 = 2Pb + 2SO^2.$$

$$PbS + 2PbO = 3Pb + SO^2.$$

Cette méthode porte le nom de *méthode par réactions.*

Le traitement de la galène se fait par chacune des deux méthodes que nous venons d'indiquer, soit dans des fours à réverbère, soit dans des fours à cuve.

Le traitement au four à réverbère n'est applicable qu'aux minerais riches ; et si on emploie la méthode par réactions, on ne peut pas traiter de minerais à gangue de quartz, car 4 ou 5 pour 100 de cette matière rendent la production du plomb extrêmement difficile.

Le traitement au four à cuve s'applique aux minerais de toute nature, mais qui ne sont pas assez riches pour être traités au four à réverbère.

Nous allons décrire les quatre méthodes types de traitement de la galène ; puis nous donnerons quelques exemples des principales de ces méthodes.

TRAITEMENT DE LA GALÈNE AU FOUR A RÉVERBÈRE.

Traitement par le fer.—Le four à réverbère employé (fig. 410 et 411) a des dimensions assez petites, parce qu'on doit y produire une température élevée. F est le foyer où l'on brûle de la houille ou du bois, *p* est le pont de chauffe. La sole S est inclinée vers la porte de travail P, placée à l'extrémité du four; elle forme en cet endroit un bassin B, qui reçoit à la fin de l'opération les matières fondues. La fumée sort du four par les rampants RR. Un bassin extérieur en fonte B est disposé dans l'embrasure de la porte de travail.





Fig. 411 et 412. — Traitement de la galène par le fer au four à réverbère.

La galène, mêlée à 35 pour 100 de ferraille ou de fonte, est chargée sur la sole par une porte latérale située près du pont de chauffe.

On élève rapidement la température pour obtenir la fusion pâteues des matières; on brasse pour bien répartir le fer dans la masse. La réaction que nous avons indiquée se produit : du plomb et du sulfure de fer prennent naissance. Au bout d'un certain temps, le fer a disparu, les produits de l'opération bien fondus sont réunis dans le bassin du four. Ces produits sont du plomb métallique, une *matte plombeuse,* mélange de sulfures de plomb et de fer et une scorie.

On fait écouler le plomb dans le bassin extérieur par le trou de coulée ; la matte et la scorie sortent ensuite et se répandent sur le sol, on les enlève lorsqu'elles sont solidifiées.

Le plomb que l'on a obtenu n'est pas pur, on le maintient fondu en entretenant un peu de feu sous la chaudière B′, et on le purifie en y plongeant du bois vert; le dégagement de gaz produit amène les matières étrangères à la surface ; on les enlève, puis on coule le plomb en lingots.

La principale partie du plomb produit, dans le procédé de traitement que nous venons de décrire, provient de l'action du fer ajouté et de celui des outils sur le sulfure de plomb, mais il y en a aussi une certaine quantité produite par réactions.

La proportion de fer consommée est de 35 à 40 pour 100 du poids du minerai traité; aussi le procédé est-il fort coûteux. Les minerais qui contiennent 85 pour 100 de plomb en produisent seulement 70 à 72 pour 100. La matte et la scorie sont jetées. Toutes ces causes rendent la méthode inférieure au traitement au four à manche; aussi n'est-elle applicable que dans un cas tout à fait particulier : lorsque l'on a peu de minerai à traiter, que ce minerai est riche et à gangue quartzeuse; dans ce cas, la simplicité des constructions et des opérations fait passer sur les inconvénients que nous avons signalés.

On peut encore, au lieu de charger le fer dans le four, en même temps que le minerai, ne l'ajouter qu'après coup. Ainsi, on fait subir à la matière un grillage, et on produit déjà une certaine quantité de plomb par réactions; on ajoute ensuite le fer qui précipite le plomb contenu dans le sulfate et le silicate formés et dans le sulfure non décomposé. La proportion de fer ajoutée est alors beaucoup moindre que dans le premier cas; elle est de 10 pour 100 du poids du minerai, mais on brûle beaucoup plus de combustible et on perd plus de plomb par volatilisation.

Traitement par la méthode de réactions. — Ce procédé de traitement est extrêmement important; il est en usage dans un grand nombre d'usines.

Les fours employés sont de dimensions et de formes très-variées; les détails de l'opération diffèrent souvent beaucoup d'une usine à l'autre, mais la marche générale est toujours la même.

La première partie de l'opération est le grillage; le minerai est chargé sur la sole, on porte rapidement la température au rouge sombre, on remue constamment les matières pour que l'oxydation soit bien uniforme; il se produit de l'oxyde et du sulfate de plomb; lorsque la proportion de ces matières est suffisante, on élève la température au rouge cerise et l'on brasse énergiquement la masse : le sulfure de plomb non altéré réagit sur l'oxyde et le sulfate, il y a production de plomb métallique. Quand le plomb cesse de couler, on procède à un nouveau grillage en faisant baisser la température, puis on donne un deuxième coup de feu qui fait encore couler du plomb. On renouvelle ainsi ces opérations tant que l'on peut obtenir du métal.

A la limite, les matières qui restent sur la sole commencent à fondre sous l'influence de la température qui est très-élevée; ces matières contiennent de l'oxyde de plomb, du sulfate, du silicate formé avec de la silice prise à la sole et du sulfure; il y a là les

éléments nécessaires à la production du plomb, et cependant cette production cesse : cela tient soit à ce qu'il y a combinaison de l'oxyde de plomb avec le sulfure, l'oxysulfure formé étant indécomposable par la chaleur seule, soit à ce que la fusion complète des matières, au lieu de favoriser le contact, l'empêche d'être aussi intime qu'auparavant, cela en ce sens que les matières tendent à se séparer, et que le brassage a bien moins d'action que dans la première période du travail.

Il est encore possible de retirer une certaine quantité de plomb du mélange de matières que l'on nommé oxysulfures, en pratiquant le *ressuage*. Cette opération se fait en ajoutant de la chaux ou du charbon aux matières fondues : on brasse fortement et on donne un coup de feu; du plomb s'écoule, il reste sur la sole des crasses que l'on retire du four.

Le charbon et la chaux agissent mécaniquement en rendant les matières moins fluides, par suite en permettant de mieux les brasser et de favoriser le contact des produits oxydés et du sulfure; mais outre l'action mécanique, il y a aussi une action chimique particulière. Dans le cas de l'emploi du charbon, le plomb est produit par l'action réductrice de ce corps sur les produits oxydés. Les crasses de l'opération renferment une assez grande proportion de sulfure. Quand on emploie la chaux, l'action a lieu principalement sur le sulfure; sous l'influence des flammes oxydantes, il se forme du sulfate de chaux, et du plomb est mis en liberté. Les crasses sont formées principalement de produits oxydés.

Lorsqu'on traite des minerais argentifères, on doit employer de préférence le ressuage par la chaux; car, dans ce cas, les crasses, renfermant très-peu de sulfure de plomb, renferment aussi très-peu d'argent.

Les crasses du traitement au four à réverbère doivent être repassées au four à manche, quoique leur teneur en plomb soit généralement assez faible. On pourrait toutefois se dispenser de cette opération si le minerai n'était pas argentifère.

Le plomb obtenu pendant les diverses périodes de l'opération s'est rendu, au fur et à mesure de sa production, dans un bassin de réception extérieur au four; ou bien il s'est rassemblé dans un bassin intérieur; on le fait passer dans le bassin extérieur, lorsque l'opération est terminée. Ce plomb est purifié par un bouillonnement produit en y plongeant du bois vert, les matières étrangères viennent à la surface; on écume le bain, puis on coule le plomb en lingots.

[redacted]

Si le minerai n'est pas argentifère, le plomb obtenu peut être vendu immédiatement; dans le cas contraire, la presque totalité de l'argent s'est concentrée dans le plomb, qui reçoit alors le nom de *plomb d'œuvre;* on en extrait l'argent par des opérations que nous décrirons plus tard : la coupellation immédiate ou précédée du *pattinsonage.*

Dans le traitement des minerais au réverbère, il y a toujours perte notable de plomb et d'argent par volatilisation de ces deux métaux, et par entraînement des matières fines au commencement de l'opération. Quoique la perte soit ici beaucoup moins forte que dans le traitement au four à cuve, il y a encore intérêt à la diminuer en employant des appareils de condensation. Les matières que l'on recueille dans ces appareils portent le nom de *fumées;* elles sont composées d'oxyde, de carbonate et de sulfate de plomb.

Les minerais que l'on peut traiter par la méthode de réactions au réverbère doivent être riches et ne contenir que peu ou point de silice et de silicates; en effet, ces matières, à la proportion de 5 pour 100, rendent l'opération très-difficile, et, à la proportion de 10 pour 100, l'empêchent d'une manière complète.

TRAITEMENT DE LA GALÈNE AU FOUR A CUVE.

On emploie les fours à cuve pour le traitement des minerais, lorsqu'ils ne sont pas très-riches ou que leur gangue est quartzeuze. La méthode de traitement par le fer est de beaucoup moins répandue que la seconde méthode.

Traitement par le fer. — Les fours que l'on emploie (fig. 413), sont des demi-hauts fourneaux de 5 à 6 mètres d'élévation; leur section est un rectangle. La partie inférieure de ces fours est formée par un bassin intérieur B, avec avant-creuset. A est une masse de brasque dans laquelle sont ménagés le bassin intérieur et l'avant-creuset. O est l'ouverture de chargement au niveau du gueulard G; O' est l'ouverture de départ de la fumée. L'air est lancé dans le four par une tuyère placée dans l'ouverture T. Lorsqu'une opération commence, un ouvrier forme avec les scories le *nez de la tuyère :* c'est un canal qui amène l'air dans le combustible chargé contre la face antérieure du four ou *poitrine.*

Pour des minerais contenant de 65 à 70 pour 100 de plomb, on ajoute, pour former les lits de fusion, 12 à 14 pour 100 de fonte et 15 pour 100 de scories de forge. Ces matières sont chargées contre la face de la tuyère ou *warme;* le combustible l'est, comme on l'a déjà dit, contre la poitrine.

Les matières descendent dans le four en s'échauffant progressivement. Si le minerai contient du carbonate de plomb, ce dernier se réduit dans la partie supérieure du four ; le plomb produit, ayant à descendre de très-haut dans le creuset, est soumis sur ce parcours à l'action d'un courant de gaz très-chauds, il y en a une très-grande partie de volatilisée. Il y a aussi perte de plomb par entraînement des matières fines des lits de fusion par le courant gazeux. Ces faits sont généraux pour les différents procédés de traitement au four à cuve ; les pertes sont beaucoup plus grandes que dans le traitement au four à réverbère ; aussi l'établissement d'appareils de condensation pour les fumées est-il bien plus indispensable encore que dans ce dernier cas.

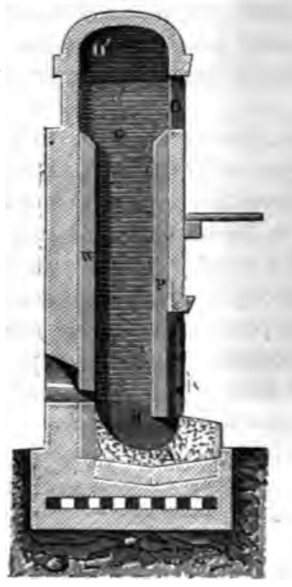


Fig. 413. — Four à cuve pour la réduction de la galène par le fer.

C'est seulement à une petite distance de la tuyère que le sulfure de plomb entre en fusion et que l'action de la fonte se produit; du plomb métallique et du sulfure de fer prennent naissance. Le sulfure de fer formé s'unit avec une partie du sulfure de plomb non décomposé, et produit ainsi la *matte*.

Les scories très-ferrugineuses ajoutées dans les lits de fusion, servent de fondant aux gangues terreuses ; en même temps, une partie de leur oxyde de fer est déplacé et réduit : il donne du fer métallique qui produit une nouvelle quantité de plomb.

Les matières fondues tombent dans le creuset, elles s'y séparent par ordre de densité. Les scories s'écoulent d'une manière continue, par-dessous la poitrine, sur le sol de l'usine. Lorsque le creuset contient une quantité suffisante de métal, on le fait couler dans un bassin extérieur, en débouchant un canal de communication qui est ménagé dans la brasque ; on enlève la scorie qui est à la partie supérieure du bain, puis la matte par plaques successives, à mesure qu'elle se solidifie ; le plomb est ensuite coulé dans des lingotières.

On peut substituer, souvent avec économie, les minerais de fer à la fonte; ces minerais, réduits dans la partie supérieure du four, donnent du fer métallique qui agit avec plus d'énergie encore que la fonte, en raison de sa division.

Les mattes qui proviennent de l'opération contiennent une quantité de plomb importante; on leur fait subir un traitement particulier. Elles sont grillées en tas sur un lit de combustible; le grillage dure cinq à six semaines. Les mattes grillées sont associées aux différents résidus des opérations, puis on les fond dans des fours à cuve très-élevés; on doit obtenir autant que possible tout le plomb à l'état métallique, et éviter la formation d'une nouvelle matte.

Le traitement que nous venons de décrire est applicable aux minerais à gangue quartzeuse, riches en plomb et pauvres en argent. — Cette méthode n'est jamais économique, on ne peut l'employer sans trop de frais que dans les localités où la fonte est à bas prix.

Traitement par la méthode de réactions.—Ce traitement, beaucoup plus employé que le précédent, est appliqué à des minerais de toute espèce, argentifères ou non, et souvent assez pauvres en plomb; il se compose de deux opérations : le grillage et la fonte des minerais grillés.

Les minerais sont grillés en tas, entre murs ou dans des fours à réverbère.

Le grillage en tas sur un lit de combustible ou le grillage entre murs, le combustible étant divisé en plusieurs lits, ne sont pas applicables à tous les genres de minerais, et de plus, les produits obtenus ne sont pas de composition régulière. Le seul avantage de ces procédés de grillage est l'économie.

Le grillage dans les fours à réverbère est bien préférable, il est applicable aux minerais de toute nature. Les réverbères employés sont à une ou à deux soles, le résultat final obtenu est toujours le même. (Voir le four de grillage de Vialas.) Dans la première partie de l'opération, on n'élève la température qu'au rouge sombre, l'air qui pénètre dans le four est très-oxydant; il se forme de l'oxyde et du sulfate de plomb. Lorsque l'oxydation produite est suffisante, on porte rapidement la température au rouge vif pour produire la décomposition du sulfate par la silice, et pour agglomérer les matières. Le minerai grillé et aggloméré est retiré du four; lorsqu'il est refroidi, il est cassé et porté aux fours à cuve.

Les fours que l'on emploie sont de dimensions très-variées; les uns, les hauts fourneaux, ont jusqu'à 7 mètres d'élévation; d'autres, les fours écossais, n'ont que 1 mètre de hauteur.

Les lits de fusion sont formés du minerai grillé et aggloméré, des divers résidus des opérations (fumées, litharges impures, abstrichs et abzugs de coupellation, débris de fours, scories riches) et de fondants pour les gangues terreuses; on ajoute souvent de la fonte, des minerais de fer ou des scories de forge : ces matières aident à la précipitation du plomb.

Le chargement se fait comme dans le traitement précédent; la fonte n'a rien de particulier.

Le plomb est produit par différentes actions que nous connaissons déjà en partie : action des gaz sur les produits oxydés pulvérulents, dans la partie supérieure du four; dans la partie inférieure, action, les unes sur les autres, des matières contenues dans le minerai grillé; action, sur ces mêmes matières, du fer ajouté ou produit et du charbon. La majeure partie du plomb obtenu résulte de la réduction du silicate par le fer et le charbon. Les produits de l'opération sont du plomb, de la matte en petite quantité et des scories.

La matte est ajoutée aux minerais pour subir le grillage, les scories repassent dans les lits de fusion, si elles contiennent plus de 2 pour 100 de plomb.

On peut, dans ce mode de traitement, supprimer l'emploi des matières ferrugineuses; le grillage dans ce cas doit être poussé assez loin pour que la totalité du minerai soit oxydée, la réduction du minerai est alors produite par du charbon que l'on mêle intimement aux lits de fusion.

Nous avons vu que dans les deux méthodes de traitement au four à manche, on a l'habitude d'ajouter les produits oxydés pulvérulents : fumées, litharges impures, dans la fonte des minerais grillés ou dans celle des résidus. Ce fait augmente d'une manière considérable la perte de plomb par volatilisation; on réduirait cette perte en fondant séparément les matières indiquées, dans un four à réverbère ou dans un four à cuve très-bas, après leur avoir ajouté 10 à 12 pour 100 de charbon; que l'on prenne ou non cette précaution, il est indispensable d'établir de vastes appareils de condensation pour les fumées, car sans cela, la perte en plomb serait très-importante; nous dirons, à ce propos, que les appareils de condensation qui surmontent généralement les fours à cuve en Allemagne sont tout à fait insuffisants.

[redacted]

Nous avons décrit les procédés généraux de traitement des ninerais de plomb, nous allons donner maintenant quelques :xemples des principaux de ces procédés.

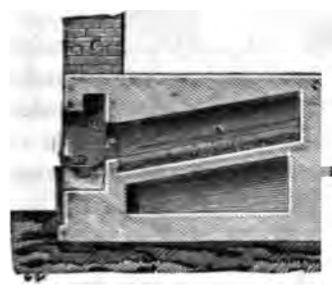
MÉTHODE CARINTHIENNE.

Le traitement adopté en Carinthie est le traitement au réverbère ıar réactions.

La disposition du four est indiquée par les fig. 414, 415 et 416. .a sole S est inclinée régulièrement vers la porte de travail P, suivant un angle de 10 degrés; elle a environ 3^{m}50 de longueur et 1^{m}50 de largeur. La voûte a la même inclinaison que la sole. Le foyer est latéral; il est formé par des arceaux en maçonnerie.



Les gaz sortent du four par la porte de travail; ils se rendent dans la cheminée C par le rampant R. La sole présente une section courbe; elle est formée par une couche d'argile damée, surmontée d'une autre couche de crasses de l'opération. Un bassin de réception en brasque B est ménagé dans l'embrasure de la porte de travail.



Le minerai que l'on traite est de la galène contenant de 65 à 75 pour 100 de plomb; il ne renferme pas assez d'argent pour qu'on puisse coupeller avec avantage le plomb obtenu.

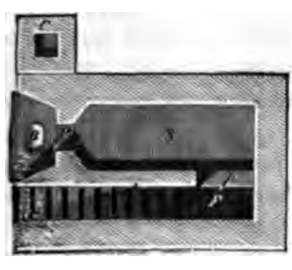


Fig. 414, 415 et 416.—Traitement de la galène par la méthode carinthienne.

Le combustible que l'on emploie est du bois résineux en bûches de la longueur du foyer.

L'opération est conduite de la manière suivante : on a remis la sole en état après l'opération qui vient de se terminer, au moyen d'un battage avec de longs ringards. On charge, sur la partie supérieure de la sole, 200 kilogr. de minerai à l'état de

schlich. Le four étant encore à une température supérieure au rouge sombre, la galène s'échauffe rapidement; le grillage dure trois ou quatre heures; pendant ce temps, l'ouvrier remue plusieurs fois les matières avec un râble pour rendre l'oxydation régulière. Le grillage ayant atteint le point voulu, on donne un coup de feu, on brasse fortement, le plomb se produit et s'écoule dans le bassin extérieur. Lorsque le plomb cesse de couler, on procède à un nouveau grillage, puis à une nouvelle période de réactions, et ainsi de suite jusqu'à ce que les matières commencent à s'agglomérer; ces matières sont les crasses riches; on les retire du four et on les met de côté pour les traiter avec les crasses de l'opération suivante.

L'opération a duré sept heures; aussitôt qu'elle est terminée, on en fait une seconde, le plomb produit se réunit à celui qu'on a déjà obtenu, le poids total est d'environ 120 kilogrammes. Les crasses riches de la première opération sont mélangées à celles de la deuxième qu'on a laissées sur la sole; on donne un coup de feu qui fait couler une certaine quantité de plomb, puis on procède au ressuage.

Les matières qui restent sur la sole sont composées principalement de produits oxydés; on leur ajoute de la braise incandescente, puis on élève la température et on brasse continuellement; le plomb se produit; lorsqu'il cesse de couler, l'opération est terminée. Les dernières crasses sont jetées, si elles ne contiennent pas de grenailles.

Les deux opérations et le ressuage durent en tout vingt-trois heures.

Le plomb recueilli est coulé en plaques sur le sol, puis purifié par une fonte nouvelle dans le four; il laisse sur la sole les corps étrangers qui le salissaient; on le coule ensuite en lingots.

Le poids de métal obtenu est de 240 kilogrammes en moyenne, ou 60 pour 100 du poids du minerai.

La consommation de combustible pour une tonne de minerai traité est de 1 t. 60. L'usure des outils, dans le même cas, s'élève à 2 kilogrammes ou 2 kilogrammes et demi; il y a donc une certaine quantité de plomb produite par précipitation.

Le procédé carinthien est très-simple; mais il n'est pas économique; il est bien inférieur sous ce rapport au procédé anglais dont la description suit.

MÉTHODE DU PAYS DE GALLES.

es minerais que l'on traite dans le pays de Galles sont en éral très-riches : ils contiennent 75 à 80 pour 100 de plomb; r teneur en argent est faible.

es fours à réverbère employés sont de très-grandes dimen- is; ils ont 3 à 4 mètres de longueur et 2 à 3 mètres de large, un mple en est indiqué par les fig. 417 et 418. F est le foyer, *p* le t de chauffe. Les portes P sont au nombre de six. La sole S, née par un mélange de sable et de scories pauvres, a une in- aison générale vers le bassin intérieur B. Le bassin extérieur

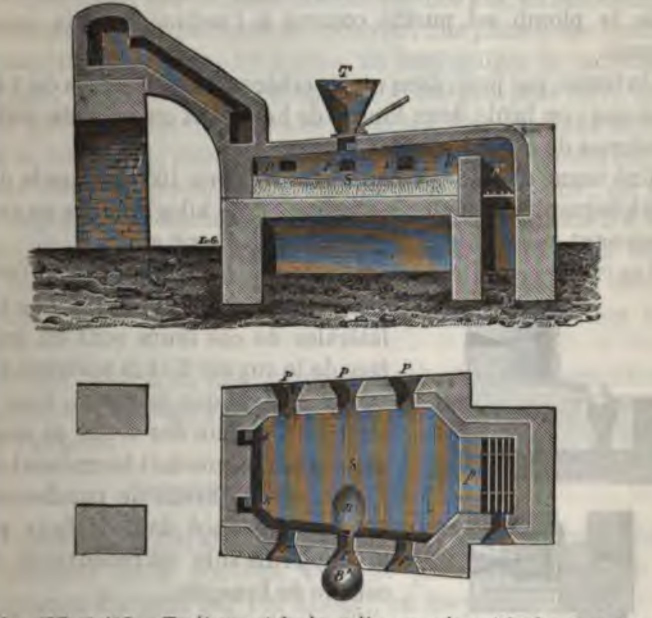


Fig. 417 et 418.—Traitement de la galène par la méthode anglaise.

st en brasque ou en fonte. Les produits de la combustion se dent par deux rampants dans un conduit horizontal commun ır tous les fours, et qui mène les gaz à la cheminée générale l'usine. Ce conduit est supporté par des arceaux en maçon- ie.

e chargement se fait au moyen de la trémie T, placée à peu s au milieu du four : on étend uniformément le minerai sur la . Le four est très-chaud au moment du chargement, l'oxy-

dation est très-rapide; au bout de deux heures, le grillage est convenable. On ferme les portes du four, on donne un coup de feu et on brasse fortement les matières; le plomb s'écoule dans le bassin intérieur. On poursuit le traitement par alternances de grillages et de coups de feu. La température monte graduellement pendant ces opérations. Cinq heures après le chargement, toutes les matières sont en fusion et se sont réunies dans le bassin intérieur.— Les produits obtenus sont le plomb, une petite quantité de matte et les oxysulfures. On rejette sur la sole les oxysulfures mêlés à de la chaux, on leur fait subir le ressuage; cette opération dure une heure. Les crasses sont retirées du four, puis on procède à la coulée. La matte obtenue rentre dans le traitement des minerais; le plomb est purifié comme à l'ordinaire, puis coulé en lingots.

On traite, par jour, dans un réverbère, quatre charges de 1 tonne chacune; on brûle deux tonnes de houille et on emploie 160 kilogrammes de chaux.

Une tonne de minerai contenant 80 pour 100 de plomb donne 630 kilogrammes de plomb d'œuvre et 250 kilogrammes de crasses contenant encore 100 kilogrammes de plomb environ.

Les crasses sont traitées dans des fours à cuve qui ont $0^m,60$ à 1 mètre de hauteur (fig. 419). Les parois latérales de ces fours sont en grès, la face de la tuyère T et la poitrine P sont en fonte, ainsi que la sole S. Une hotte surmonte chacun des fours et communique avec un conduit horizontal aboutissant aux appareils de condensation. Le vent est lancé dans le four par la tuyère T. La sole est recouverte d'une couche de brasque.





Fig.419 et 420.—Four à cuve pour la fonte des crasses.

On ajoute aux crasses, pour former les lits de fusion, différents débris de fours et des scories riches des opérations précédentes.

Les crasses contiennent le plomb à l'état d'oxyde et de sulfate; ces composés sont réduits par les gaz carburés, le charbon et les parois métalliques. Le plomb produit est conduit par une rigole *r*, ménagée dans la plaque de sole, au bassin de réception B. Les scories coulent sur la plaque de sole et se déversent dans une bâche B′ contenant de l'eau. Le bassin de réception est une chau-

[redacted]

dière en fonte chauffée à feu doux; le plomb recueilli est coulé en lingots, quand le bassin est plein.

Les scories contiennent une assez grande quantité de grenailles de plomb que l'on en retire par la préparation mécanique.

On traite en vingt-quatre heures trois tonnes de crasses, qui produisent environ une tonne de plomb.

La condensation des fumées est produite en Angleterre dans des cheminées traînantes dont la section est de 2 mètres sur $1^m,50$, et qui ont un développement de 4 à 5 kilomètres.

On emploie aussi un autre système de condensation : il consiste à faire arriver les gaz dans une chambre divisée en compartiments séparés par des cloisons alternantes. Les gaz, en descendant dans chacun des compartiments, reçoivent une pluie d'eau froide; pour passer des uns dans les autres, ils sont obligés de barbotter dans l'eau, dont le niveau est maintenu un peu plus élevé que le bord inférieur des cloisons descendantes. Une machine aspire les gaz et les refoule dans la cheminée de l'usine. Les boues qui se forment dans l'appareil en sortent par des trop-pleins; on les laisse déposer; les fumées recueillies sont traitées comme il a été indiqué. Cet appareil de condensation, meilleur que tous ceux qu'on emploie généralement, n'est applicable que dans les usines très-importantes, à cause des dépenses que sa construction entraîne.

Le plomb obtenu en Angleterre est généralement argentifère, nous verrons plus loin quelle est la méthode employée pour en retirer l'argent.

MÉTHODE DE VIALAS (LOZÈRE) [1].

Le traitement se fait au four à manche, par la seconde méthode.

Le minerai traité contient 45 à 50 pour 100 de plomb et 190 grammes d'argent par 100 kilogr., en moyenne.

Le grillage du minerai est opéré dans des fours à réverbère dont la disposition est indiquée par les fig. 421 et 422. La sole plane du four B est en brique; elle a $3^m,50$ de long sur $2^m,60$ de large; il y a deux portes de travail FF, et deux canaux OO', aux angles du pont, permettant l'accès de l'air pendant le grillage. La charge du four est de une tonne de minerai; la charge précédente étant

[1] Le fond de la description de cette méthode, ainsi que les figures qui l'accompagnent, est emprunté au deuxième volume de l'ouvrage si connu et si estimé, intitulé *Traité de métallurgie théorique et pratique*, par M. Rivot.

retirée, le registre placé dans le rampant du four est fermé pour arrêter complétement le tirage ; l'ouvrier répand alors régulière-



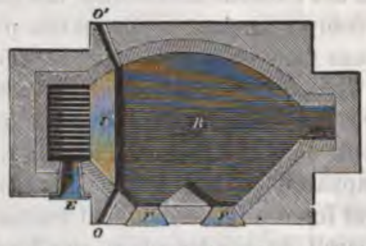


Fig. 421 et 422. — Traitement de la galène à Vialas (Lozère). (Four de grillage.)

ment la charge sur la sole ; les portes sont ensuite fermées, le registre ouvert, et la température portée lentement au rouge sombre. On n'ouvre les canaux d'accès d'air qu'au bout de deux heures.

L'ouvrier commence à travailler les matières lorsque le courant gazeux ne les entraîne plus pendant l'action des outils : c'est après quatre heures de chauffe environ que ce résultat est atteint. Le travail au râble dure six heures; il doit être conduit de manière que le grillage soit aussi régulier que possible. Le grillage proprement dit terminé, le minerai ne contient plus que très-peu de sulfure, mais il contient beaucoup de sulfate. La deuxième période de l'opération a pour but de décomposer le sulfate formé et de produire l'agglomération des matières ; on ne doit pas pousser le chauffage assez loin pour que la fusion soit complète : les portes du four et les canaux d'accès d'air sont fermés ; on élève la température au rouge vif. Lorsque la matière voisine du pont est agglomérée, on la retire du four, puis on approche successivement les diverses autres parties de la charge pour leur faire subir la même opération.

[redacted]

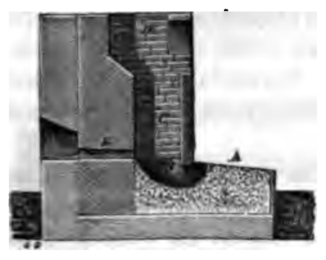
Les matières retirées du four sont très-poreuses; cela tient au dégagement d'acide sulfureux provenant de la décomposition du sulfate.

L'opération totale du grillage dure seize heures; elle consomme environ 350 kilogr. de houille.

Le minerai grillé est cassé, puis on en forme les lits de fusion pour les fours à manche; la composition de ces lits est la suivante :

Minerai grillé et aggloméré............	1,000
Sulfate de baryte......................	40
Minerai de fer.........................	35
Abstrichs et fonds de coupelles.......	179
Scories de l'opération.................	400

Les fours à manche employés à Vialas sont de petites dimensions; ils ont $1^m,50$ seulement de hauteur; leur disposition est indiquée par les figures 423 et 424. La chemise intérieure de ces fours est construite en micaschistes. La cavité du creuset et de l'avant-creuset est pratiquée dans une masse de brasque A, qui est soutenue en avant du four par des plaques de fonte. La brasque est fortement inclinée sur un des côtés pour que les scories puissent s'écouler facilement. Le canal de coulée part de la partie inférieure du creuset; il aboutit à un trou percé dans une des plaques de fonte, au-dessus du bassin extérieur B. Ce bassin est en brasque; il est ménagé dans le sol.



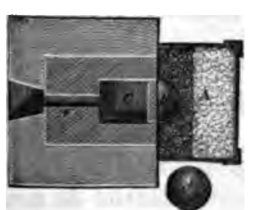


Fig. 423 et 424. — Fours de réduction employés à l'usine de Vialas.

Les campagnes des fours à manche durent de huit à treize jours; elles sont conduites comme il suit :

Le four à manche étant réparé depuis plusieurs jours, à la suite de la campagne précédente, on y met le feu; on monte progressivement le combustible; après cinq à six heures de chauffe, le bas du four est au rouge et le niveau du combustible est aux deux tiers à peu près de la hauteur que doivent occuper les charges; on commence alors à donner un peu de vent, on charge des scories contre la warme. On emplit progressivement le four de coke et de sco-

ries; aussitôt que celles-ci arrivent fondues devant la tuyère, on essaye de former le nez. La formation du nez, qui doit avoir 20 cent. de long, demande de quatre à cinq heures; lorsque ce résultat est atteint, on commence à charger les lits de fusion contre la warme, le coke étant chargé contre la poitrine. Les scories que l'on passe d'abord échauffent le creuset et l'avant-creuset; elles se déversent de celui-ci sur la brasque.

La première coulée du plomb a lieu douze heures après le commencement de l'opération. Jusqu'à ce que la marche normale soit atteinte, la quantité de vent lancé va en augmentant, ainsi que le nombre des charges. La proportion de vent lancé atteint 7 à 8 kilogr. par minute.

Pendant les trois premiers jours de marche, les coulées se font de quatre en quatre heures; du quatrième jour au huitième, elles se font de trois en trois heures, et du huitième jour à la fin de la campagne, elles ne sont plus séparées que par un intervalle de deux heures.

La marche du four doit avoir lieu à gueulard sombre; lorsque le nez de la tuyère est percé ou détruit, on ne peut plus maintenir le feu à une hauteur convenable, le gueulard est trop chaud et l'avant-creuset s'engorge; il faut mettre hors feu, si on ne peut pas réparer promptement le nez.

Lorsque le nez reste en bon état, la fin de la campagne est amenée par la détérioration des parois du four qui sont progressivement rongées par les matières en fusion. La mise hors feu s'exécute en passant des scories au lieu de minerai et laissant tomber peu à peu le niveau des charges.

Dans le traitement que nous venons de décrire, la presque totalité du plomb est produite par l'action du charbon sur le minerai grillé.

Les produits de l'opération qui ont été recueillis dans le bassin extérieur sont du plomb, parfois une petite quantité de matte et des scories. Les scories rentrent dans les lits de fusion, la matte est grillée avec le minerai; le plomb d'œuvre est moulé en lingots; il est ensuite coupellé par la méthode allemande.

III.—COUPELLATION DU PLOMB D'ŒUVRE.

Le plomb d'œuvre, obtenu par les différentes méthodes que nous avons décrites, doit être traité de façon à en retirer l'argent contenu. On obtient ce résultat pour des plombs suffisamment

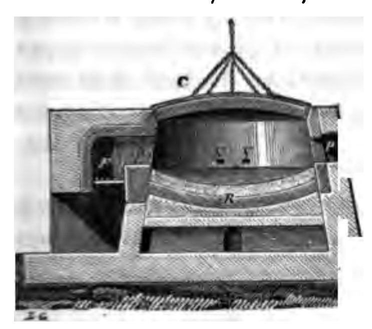
[redacted]

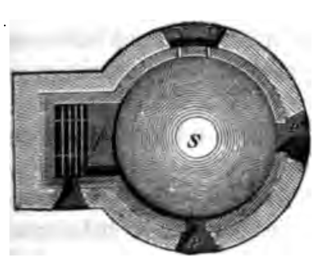
es par la coupellation immédiate. Si les plombs sont pau-
, et si on en a une grande quantité à traiter, il y a un
ve intérêt à faire précéder la coupellation de l'enrichissement
ılable du plomb au moyen de la cristallisation ou pattin-
age.

a coupellation peut se faire par deux méthodes : la méthode
mande et la méthode anglaise.

COUPELLATION ALLEMANDE.

es fours que l'on emploie dans ce procédé sont des espèces de
rs à réverbère dont les dimensions varient, mais dont la dispo-
on générale est toujours la même. La sole S est concave et
ıde : elle a de 2m,50 à 3m,50 de diamètre; la voûte est formée par un couvercle ou chapeau mobile en tôle C, revêtu intérieurement d'argile.





g. 425 et 426.— Coupellation allemande.

La paroi circulaire du four est percée de plusieurs ouvertures : la première correspond au foyer F, la seconde est la porte de travail P; la troisième P′, qui fait face au foyer, sert à la sortie des gaz et au chargement du four; enfin, une ou deux petites ouvertures VV, correspondent aux tuyères qui lancent l'air nécessaire à l'oxydation du plomb.

La sole du four est formée de marne ; cette ma-
re doit être humectée d'eau bien uniformément, puis travaillée
façon à ce qu'elle fasse pelote à la main. Le four étant froid,
ı brise l'ancienne coupelle, puis la marne, préparée comme il
ent d'être dit, est pilonnée dans le four au-dessus du fond fixe
ı brique B. Cette opération doit être faite avec beaucoup de
in; sans cela, la coupelle se gerce au feu.—A défaut de marne,
ı emploie un mélange de calcaire et d'argile dans la proportion

de 7 parties de la première matière pour 1 de la seconde ; ce mélange doit être aussi intime que possible.

L'épaisseur de la sole au centre est de $0^m,15$ au moins.

Le combustible que l'on brûle dans ces fours est quelquefois de la houille maigre, le plus souvent du bois en fagots. Ce dernier est de beaucoup préférable, parce que la flamme qu'il donne est plus oxydante.

Le chargement du plomb étant opéré, on replace le couvercle, on le lute, puis on commence à chauffer. Le plomb n'est entièrement fondu qu'au bout de plusieurs heures. Le bain est alors recouvert d'une croûte pâteuse, formée principalement par les oxydes des métaux étrangers. Ces matières portent le nom d'*abzugs ;* on les fait sortir avec un râble par la porte de chargement. La température du bain est portée au rouge sombre ; on retire du four des crasses de plus en plus riches en oxyde de plomb et qui portent le nom d'*abstrichs.* Au bout d'un certain temps, les produits oxydés sont assez riches pour couler d'eux-mêmes, hors du four, par la porte P. Ces produits sont les litharges sauvages.

Ce n'est que lorsque les litharges qui coulent sont à peu près pures que l'on doit donner le vent ; la température est montée alors jusqu'au rouge vif.

Le vent a pour effet d'oxyder plus rapidement le plomb et de chasser la litharge produite vers la rainure de sortie pratiquée dans la coupelle. La rainure doit être descendue en même temps que la surface du bain descend elle-même ; le bord inférieur de la rainure doit être maintenu entre la surface du plomb et celle de la litharge.

Les litharges qui coulent du four se solidifient sur la paroi et sur le sol, ou bien elles sont reçues dans des pots en fonte.

Vers la fin de l'opération surtout, il devient difficile d'empêcher une petite quantité du métal de couler avec les litharges ; leur teneur en argent augmente ; on met de côté ces litharges riches.

L'opération se termine par l'éclair ; on doit en ce moment arrêter le vent et cesser de chauffer ; on verse de l'eau sur le gâteau d'argent pour le solidifier, puis on le retire du four avec un ringard par la porte de travail.

La durée totale de l'opération varie ; pour une charge de 5,000 kilogrammes, elle est de trente heures ; pour une charge de 8,000 kilogrammes, de cinquante heures, et pour une charge de

[redacted]

10,000 kilogrammes, qui correspond au four que nous avons indiqué, elle est de soixante-dix heures.

Les produits de l'opération sont : l'argent brut dont le titre est de 930 à 980 millièmes, les litharges pauvres qui sont vendues ou revivifiées, puis les litharges riches, les litharges sauvages, les abstrichs, les abzugs, qui rentrent dans le traitement des minerais.

L'argent brut est raffiné par fusion dans une coupelle en os calcinés ou dans des creusets de plombagine. Dans le premier cas, la litharge formée est absorbée par la coupelle ; dans le deuxième, elle est scorifiée par du quartz que l'on ajoute à la matière fondue.

Les litharges pures sont vendues à cet état, si cela est possible ; sinon elles sont revivifiées par une fonte simple avec addition de charbon, dans des fours à cuve très-bas, ou mieux encore dans des fours à réverbère. Le plomb fourni par la revivification est du plomb pur, car la plupart des métaux étrangers sont passés à l'état d'oxydes dans les abzugs, les abstrichs et les litharges sauvages.

COUPELLATION ANGLAISE.

Dans les usines anglaises, où l'on traite d'énormes quantités de plomb souvent assez pauvre, on n'a pas de débouché pour les litharges ; il fallait donc autrefois, avant la découverte du pattinsonage, revivifier de très-grandes masses de litharges. Maintenant cet inconvénient a disparu, comme nous allons le voir.

Le traitement complet du plomb d'œuvre est le suivant : le plomb est fondu dans un grand réverbère où la plus grande partie des métaux étrangers s'oxyde ; on obtient ainsi du plomb pur, que l'on soumet à la cristallisation ou pattinsonage.

Pattinsonage.— Ce procédé est fondé sur ce fait, que lorsque du plomb argentifère est fondu et que sa température s'abaisse jusque vers le point de solidification, il se sépare de la masse de petits cristaux d'un plomb beaucoup moins riche en argent que celui qui reste liquide. Un atelier de pattinsonage est composé d'une batterie de chaudières C, C, au nombre de neuf ou de onze, disposées dans un même massif. Ces chaudières sont toutes semblables ; elles sont en fonte, hémisphériques ; chacune d'elles est chauffée par un foyer particulier. Entre les grandes chaudières, il y en a d'autres plus petites *c*, *c*, chauffées à la chaleur perdue des premières ; on y maintient du plomb en fusion.

8,000 à 12,000 kilogrammes de plomb d'œuvre sont fondus dans

la chaudière centrale, la fusion étant complète, on fait tomber le feu et on refroidit le plomb, soit en projetant de l'eau à sa surface, soit en le rejetant sur les bords de la chaudière. Une écumoire sert à enlever les cristaux qui se forment successivement, on les dépose dans la chaudière de droite; la quantité que l'on peut séparer ainsi est des deux tiers du plomb employé. Le métal séparé contient moitié moins d'argent que le plomb d'œuvre; le plomb resté liquide et que l'on transvase dans la chaudière de gauche a au contraire une richesse double. Quand on a recueilli une quantité suffisante de ces deux plombs, on opère sur eux comme sur le plomb primitif. Si on a une série de onze chaudières, on voit que le plomb destiné à la coupellation sera trente-deux fois plus riche que le plomb d'œuvre, et que le plomb destiné à la vente sera trente-deux fois plus pauvre.



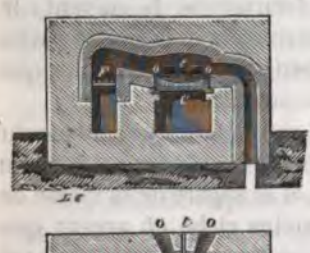


Fig. 427 et 428.—Cuves de pattinsonage.

Pendant toute la durée des opérations, il est nécessaire de brasser le plomb, pour rendre la température du bain uniforme et la formation des cristaux régulière.

Les petites chaudières placées entre les grandes servent à nettoyer rapidement les écumoires au moment où on les emploie.

Les écumoires dont le poids est assez fort sont suspendues, pour faciliter les manœuvres, à des chariots mobiles sur des rails au-dessus de la batterie de chaudières.



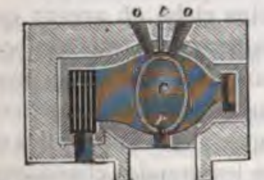


Fig. 429 et 430.—Four de coupellation anglaise.

Coupellation.—Le four de coupellation a la disposition indiquée par les fig. 429 et 430. La coupelle C est en os calcinés; elle est maintenue par un cadre en fer; ses dimensions sont 1m,50 de long et 1m de large. Des pièces de fer supportent la coupelle à la hauteur voulue dans

[redacted]

le four. Le vent nécessaire à l'oxydation du plomb est lancé par une tuyère placée en *t*.

Le plomb est introduit fondu dans la coupelle, par les ouvertures *o*, *o*, lorsque la température du four a été portée au rouge sombre. Les litharges produites s'écoulent par la rainure *r*, pratiquée dans la coupelle; elles sont reçues dans des vases mobiles en fonte; on ajoute du plomb fondu de manière à maintenir le niveau du bain constant, car la hauteur de la rainure *r* est invariable.

On divise ordinairement la coupellation en deux parties : dans la première, on amène le plomb à tenir 8 pour 100 d'argent, dans la deuxième, on coupelle cet alliage, jusqu'à production de l'éclair. Cette double opération a pour but de produire une moins grande quantité de litharges riches.

Dans la coupellation anglaise, toutes les litharges sont revivifiées; on porte le plomb produit à l'atelier de cristallisation et à des chaudières différentes, suivant sa teneur en argent.

L'argent brut, qui provient de la deuxième partie de la coupellation, est raffiné comme il a été dit pour la méthode allemande.

E. LESIEUR.

CHAPITRE IV. — ZINC.

I.—MINERAIS DE ZINC.—GISEMENT ET EXPLOITATION.

L'emploi du zinc comme métal de grande consommation date seulement de ce siècle, et sa production annuelle en Europe s'élève déjà à 90,000 tonnes. C'est à l'abbé Dony, de Liége, que l'on doit les rudiments de l'appareil pour la réduction de la calamine; mais on peut dire que c'est la famille Mosselman qui a créé cette grande industrie métallurgique, à la tête de laquelle marche la Société de la Vieille-Montagne, fondée par M. le comte Le Hon.

Le zinc est aujourd'hui employé dans les arts sous les formes les plus variées, soit fondu en objets d'art rivalisant avec le bronze, soit laminé, pour couvertures de bâtiments, doublages de navires, etc.

La ferblanterie, la clouterie, la tréfilerie, l'estampage, font de

ce métal une application régulière. Enfin, son oxyde est employé dans la peinture concurremment avec la céruse.

On traite généralement dans les usines deux espèces de minerais de zinc : les carbonates, qui comprennent plusieurs variétés silicatées auxquelles on a donné le nom générique de *calamines*, et les sulfures qu'on appelle aussi *blendes*.

La calamine et la blende font souvent partie des mêmes gîtes; mais le passage d'une espèce à l'autre a plus particulièrement lieu lorsque la roche encaissante est calcaire.

L'altération des sulfures ne s'observe jamais dans les terrains quartzo-schisteux. Aussi dans des filons un peu prolongés, qui coupent alternativement des zones de terrain calcaire et quartzo-schisteux, comme par exemple aux environs d'Aix-la-Chapelle ou au Bleyberg, à Welkenraedt, à Popelsberg, on ne voit apparaître la calamine qu'au contact du calcaire devonien. Elle y forme des amas souvent très-puissants, dans le genre de celui de Moresnet, sur le territoire neutre.

En Belgique, sur les bords de la Meuse, à Corphalie, à Engis, ainsi qu'à Theux, près de Spa, la calamine est associée dans les gîtes avec la galène, la pyrite de fer et la blende; elle y est distribuée très-irrégulièrement, sous forme d'amas assez superficiels et toujours en contact avec les calcaires.

La profondeur maxima où elle cesse généralement de se montrer est de 100 mètres environ. Au delà de cette limite, on ne retrouve plus que des sulfures.

Dans l'étage géologique des calcaires jurassiques, la calamine forme quelquefois des couches qui couvrent des surfaces considérables ; telles sont celles qui existent dans les environs de Tarnowitz, en haute Silésie. Souvent aussi on la rencontre dans des crevasses irrégulières ou formant des poches isolées au milieu des mêmes calcaires. Les gisements découverts depuis peu d'années dans la province de Santander, au nord de l'Espagne, affectent cette forme particulière.

La position qu'occupe sans cesse la calamine contre les calcaires permet de supposer que le minerai qui s'est formé est le résultat d'une double décomposition des sulfures primitivement injectés, les calcaires ayant fourni un des éléments de l'espèce, et les sulfates calciques ayant été entraînés par les eaux; car il n'en reste que de faibles traces à l'état de cristaux dans les gîtes.

Les réactions opérées dans un milieu liquide, et probablement favorisées par une température exceptionnelle, ont laissé pour

dépôt, après consolidation, un minerai dont la composition chimique est presque toujours la même (à part la proportion des éléments), savoir : silice, alumine, carbonate et oxyde de zinc; oxyde de fer ou de manganèse, eau (cadmium, chaux, magnésie en minime quantité).

La galène (toujours éparpillée dans les gîtes) se trouve accidentellement mélangée au minerai. On a soin, autant que possible, de l'éliminer par des triages à la main, afin d'éviter pendant la réduction les graves inconvénients de la formation de silicates fusibles aux dépens de la matière des creusets.

La quantité maximum de plomb qu'on peut tolérer ne doit pas dépasser 2 à 2 1/2 pour 100, c'est une des clauses essentielles des marchés de minerais.

Quant à la proportion de fer, elle est très-variable, et certaines calamines en contiennent de manière à être plutôt prises pour minerai de fer que pour minerai de zinc.

On peut traiter, sans inconvénient grave, les minerais carbonatés même avec une proportion de 20 à 25 pour 100 de fer; mais, du moment où ils sont silicatés, le danger déjà signalé par la présence du plomb se répète avec celle du fer, parce que la température des fours devant être plus élevée pour la réduction du minerai silicaté, la chance de former des laitiers fusibles avec la matière des creusets est aussi plus grande.

II.—PRÉPARATION DES MINERAIS DE ZINC.

PRÉPARATION MÉCANIQUE.

Les minerais en sortant des travaux sont fortement empâtés par une argile fine très-ocreuse, qui s'est infiltrée dans toutes les fissures et cavités. Cette argile est un fondant très-énergique ; on ne parvient à l'éliminer que par des lavages réitérés et certaines préparations mécaniques. Je dirai brièvement en quoi consistent ces préparations :

1° Les gros morceaux sont exposés en tas à l'air, pendant plusieurs mois; cette longue exposition fait déliter la croûte argileuse, qui tombe en écailles par les alternatives de sécheresse et d'humidité ;

2° Les morceaux plus menus, depuis la grosseur de 0m,04 à 0m,05 de côté, sont portés avec les autres débris aux laveries où divers appareils les classent par grosseur.

On a, dans ces derniers temps, perfectionné tellement les appa-

reils de lavage, que non-seulement on est parvenu à concentrer la richesse des grains de $0^m,002$ et $0^m,003$, mais même celle de grains de $0^m,00025$.

La blende, autrefois rejetée dans les haldes des mines comme matière stérile, se recueille aujourd'hui avec beaucoup de soin. Elle complète actuellement les approvisionements des usines de la Prusse rhénane et d'une partie de celles de la Belgique, remplaçant ainsi la calamine qui ne suffit plus aux besoins de la consommation.

Les blendes, plus encore que les calamines, exigent des préparations mécaniques très-soignées avant d'être livrées aux fours de réduction.

Habituellement mélangées de gangues stériles, elles sont en outre liées à d'autres sulfures d'une manière intime ; de sorte que les lavages ont pour but non-seulement la séparation du stérile, mais aussi celle des matières métalliques par ordre de densité.

Parmi ces substances, la pyrite de fer est assez difficile à éliminer, parce que sa densité se rapproche de celle de la blende.

La galène, quoique plus dense, a l'inconvénient de se réduire par le broyage en lamelles très-fines et exige des opérations très-compliquées pour en faire la séparation.

Malgré les soins les plus extrêmes apportés aux lavages, les blendes sortent toujours souillées par la présence de métaux étrangers, et on peut s'estimer heureux quand ces métaux ne sont ni de l'arsenic ni de l'antimoine, à cause de la mauvaise qualité qui en résulte pour le zinc.

CALCINATION ET GRILLAGE DES MINERAIS.

L'opération qui suit immédiatement celle des lavages est la calcination. Elle a pour but d'enlever l'acide carbonique et l'eau, et de rendre le minerai plus friable sous les meules, car il est toujours livré aux fours à l'état de farine ou concassé.

Calcination des calamines.—La calcination des gros morceaux se fait dans des fours coulants semblables aux fours à chaux.

On forme dans cet appareil des lits alternatifs de calamine et de menue houille. On charge par le haut, on décharge par le bas, et la conduite de l'opération n'offre aucune difficulté. Il suffit de modérer la chaleur, de manière à ne pas volatiliser le zinc.

Le mode de calcination précédent ne peut pas être employé pour les minerais dont la grosseur est réduite à $0^m,02$. On se sert alors de fours à réverbère à une ou deux soles superposées.

Grillage des blendes.—Les blendes sont toujours livrées au grillage à l'état de grenaille ou de schlich.

Les fours à griller la blende ont des dimensions un peu moindres que celles à griller la calamine.

On les accouple ordinairement plusieurs sur une même galerie, mise en communication avec une haute cheminée d'appel de 40 à 45 mètres environ.

L'opération est, du reste, fort simple; on étale le schlich en une couche mince de $0^m,08$ à $0^m,10$ d'épaisseur sur la sole supérieure du four. Cette première sole, plus éloignée du foyer, prépare le grillage, qui doit être conduit lentement, afin d'éviter l'agglomération des matières.

On brasse souvent la masse avec un râble, pour renouveler les surfaces, et, lorsque le dégagement des vapeurs sulfureuses a presque cessé, on fait tomber, par les trappes réservées dans la voûte en face de chaque ouvreau, tout le contenu de la sole supérieure sur la sole inférieure.

Le grillage s'achève ainsi sous l'influence d'une température un peu plus élevée, mais insuffisante cependant pour opérer un commencement de réduction. On s'aperçoit, du reste, aux fumées blanches de la cheminée si le degré de chaleur a été dépassé.

La perte en poids résultant du grillage est en moyenne de 18 pour 100 pour les minerais en roche, et de 20 pour 100 pour les schlichs et les schlammes. Les blendes à gangue quartzeuse peuvent se griller de manière à ne plus renfermer que 0,50 à 1,00 pour 100 de soufre dans les oxydes. Quant aux blendes à gangue calcaire, elles en retiennent davantage, combiné à l'état de sulfate.

III.—TRAITEMENT DES MINERAIS DANS LES FOURS.

Le zinc étant un métal volatil à la chaleur blanche, son extraction du minerai a donné lieu à un procédé de réduction en vases clos.

La forme des vases et celle des fours que l'on a appliquée en Angleterre, en Belgique et en Silésie, au traitement des minerais de zinc, est essentiellement différente. Mais ceux des appareils que l'économie recommande, et qu'on a le plus perfectionnés, sont ceux qui ont donné naissance aux procédés de travail connus sous le nom de systèmes *belge* et *silésien*.

SYSTÈME BELGE.

La forme du vase qui caractérise le système belge est celle d'un cylindre en terre réfractaire fermé par une extrémité et ouvert par l'autre.

La face ouverte reçoit pendant le travail un tube additionnel dont j'indiquerai un peu plus loin l'usage.

La longueur d'un creuset est de 1m,06 à 1m,10; son diamètre intérieur, de 0m,165 à 0m,175. L'épaisseur des parois est de 0m,025 et celle du fond de 0m,04 à 0m,045 après cuisson.

On apporte à la confection de ces vases le soin le plus minutieux; car ils sont destinés à être supportés par les deux extrémités, avec une charge intérieure de 20 à 22 kilogr., exposés à une température de 1200°, pour distiller un métal très-volatil qui s'échappe par les moindres fissures.

Pour remplir toutes ces conditions, il faut une pâte plastique assez fine, très-compacte, exempte de porosités et composée des meilleures terres réfractaires.

Le four belge est à courant d'air naturel. Il se compose de deux parties : 1° d'un foyer qui reçoit le combustible ; 2° d'une chambre où sont superposés les creusets.

Cette chambre a habituellement la forme d'un parallélépipède rectangle surmonté d'un berceau cylindrique. Quelquefois cependant on en incline les parois latérales.

Dans le principe, la capacité du four n'admettait que 40 à 42 creusets, mais successivement elle a été agrandie jusqu'au point d'en contenir 60 et 80. La fig. 431 représente un four de 58 creusets, d'après l'ancien modèle déjà agrandi.

Les creusets CC sont placés en travers de l'axe du foyer, reposant par un bout sur des assises ou consoles formant partie de la chemise intérieure; et du côté de la devanture sur des taques en fonte ou en terre, soutenues d'étage en étage par des piliers en terre réfractaire.

Toute la façade d'un four est armée de la manière suivante : A représente des pièces en fonte coulées d'un seul jet et portant autant de consoles qu'il y a d'étages. Elles sont distancées de manière à supporter dans l'entre-deux une série de trois creusets.

Chaque console porte de chaque côté une petite saillie destinée comme support à recevoir les taques de fonte que l'on glisse dessus. Ces taques sont recouvertes, jusqu'à la cinquième ligne, par une taque supplémentaire en terre réfractaire, faisant saillie

dans l'intérieur du four, afin de protéger la fonte contre l'action du feu. La différence de niveau qui existe entre les taques extérieures et les assises de la paroi intérieure donne l'inclinaison, toujours nécessaire, pour la charge et la décharge des creusets.

Le foyer étant en activité, tous les gaz combustibles circulent

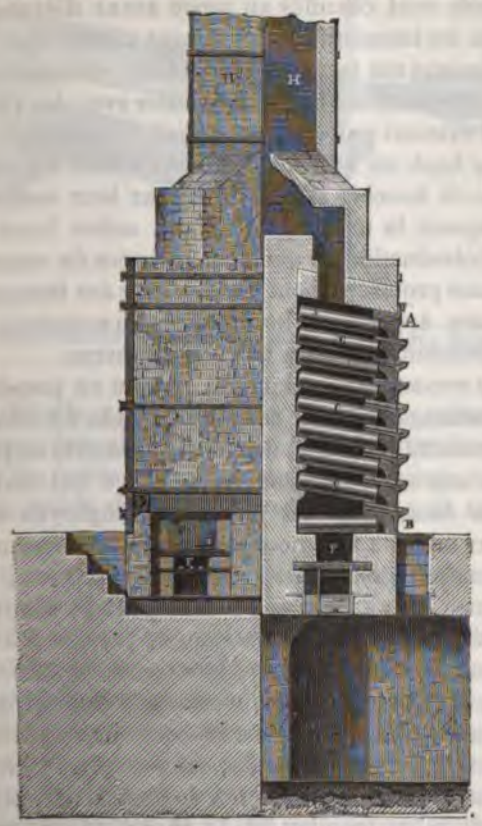


Fig. 431. — Four belge pour l'extraction du zinc.

entre les intervalles des creusets et s'échappent par un carneau placé au centre de la voûte, pour se rendre, par un rampant, dans la cheminée d'appel. Quatre fours adossés les uns aux autres constituent ce qu'on appelle un *massif*. Au milieu du massif s'élève la cheminée.

Mise à feu d'un four.—Un four, avant d'être armé de creusets, est toujours recuit : à cet effet, on bouche hermétiquement toute sa façade à l'aide de briques postiches et d'un calage en terre

grasse. On entretient à l'intérieur un feu soutenu pendant soixante-douze à quatre-vingt-seize heures, et lorsque la température est arrivée au rouge sombre, on commence à placer les creusets par le haut, en démolissant, les unes après les autres, toutes les petites cloisons postiches pratiquées entre les rangées des taques.

Les creusets sont chauffés au rouge avant d'être placés dans les fours. On les introduit, en les faisant glisser sur la taque de devanture, jusque sur la console intérieure, en ayant soin, aussitôt que deux creusets sont placés, de caler avec de l'argile les interstices qui existent entre les taques et les piliers. L'opération terminée du haut en bas, la façade d'un four ne présente plus qu'une série de bouches béantes qui, par leur coloration intérieure, indiquent la marche du feu. On active leur arrivée au rouge par l'introduction de quelques pelletées de menu charbon, et en bouchant provisoirement l'orifice avec des tampons de terre cuite non lutés. Après douze heures d'un feu soutenu, les creusets sont ordinairement propres à recevoir la charge.

Charge des creusets.—La calamine, réduite en poudre sous des meules, se mélange avec une certaine quantité de charbon menu qui sert de réductif. On a soin de choisir la houille la plus maigre, afin d'éviter son agglomération en coke, ce qui entraverait la marche de la distillation. La proportion employée est de 2 de minerai pour environ 1 de houille. On brasse et on mélange à la pelle, en humectant le tout avec quelques seaux d'eau, de manière qu'une poignée, par exemple, ne fasse pas tout à fait boule par la compression de la main. Ce mélange, préparé à l'avance, est amené, au moment de s'en servir, dans un bac en tôle.

L'ouvrier, armé d'une cuiller, n'introduit d'abord qu'une très-légère cuillerée, et il a soin de s'effacer et de se garer la figure. Cette précaution est indispensable; car souvent, l'eau, réduite en vapeur, donne lieu à une projection violente au dehors. Cet effet ne se produit qu'au premier jet. La charge se continue ensuite, sans inconvénient, en bourrant le creuset jusqu'à la gueule.

La charge n'est jamais complète le premier jour. On la gradue de manière à arriver à son maximum vers le quatrième jour, parce que c'est seulement alors que le four est dans toute son allure.

Le creuset chargé, son orifice se ferme avec un tube en terre (fig. 432), espèce de cône tronqué dont la partie ventrue s'engage seulement de quelques centimètres, et que l'on soutient dans une position horizontale au moyen d'un morceau de brique placé sur la taque.

Toute la surface annulaire entre le bord du creuset et le tube est lutée avec de l'argile, de manière qu'il ne reste plus que le petit orifice du tube mesurant $0^m,05$ à $0^m,06$ de diamètre pour donner issue aux gaz qui se dégagent de l'intérieur.

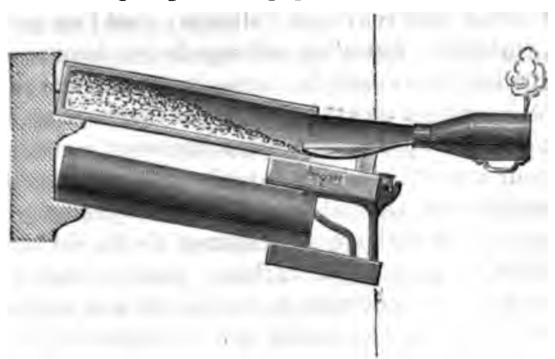


Fig. 432.—Disposition des creusets, tubes et allonges dans le système belge.

Tous ces détails, y compris le nettoyage des creusets qui a précédé la charge, durent environ deux heures et demie. Commencée à six heures du matin, l'opération doit être terminée à huit heures et demie. On active alors le feu graduellement, et la distillation commence.

Distillation.—La réaction chimique qui s'opère dans l'intérieur du creuset s'explique ainsi :

Dans le premier moment de l'introduction de la charge, la température intérieure s'est notablement abaissée ; l'évaporation de l'humidité se fait d'abord, puis le charbon commence à distiller ses gaz, qui s'enflamment au conctact de l'air en longs jets rougeâtres. Insensiblement, cette flamme se colore en bleu, puis passe au bleu verdâtre en devenant fuligineuse. De petites gouttellettes microscopiques de métal sont entraînées par les gaz; elles viennent se brûler à l'orifice du tube et se dissipent dans l'atmosphère sous forme de fumées blanches. Pour empêcher cette déperdition du métal, on coiffe alors le tube en terre d'une allonge en tôle (fig. 432). Cette allonge est un condensateur : les vapeurs métalliques tourbillonnent dans la partie ventrue et se déposent en poussière fine à l'intérieur. Un trou de quelques millimètres, percé vers l'extrémité du cylindre, donne aux gaz une issue suffisante. Il importe de ne pas le laisser trop s'agrandir, et de remplacer même l'allonge aussitôt qu'il s'y manifeste quel-

que déchirure, autrement le courant d'air qui s'établit du dehors à l'intérieur brûlerait les poussières métalliques et les convertirait en oxyde blanc.

Dans les jours de vent, on entend souvent des détonations, qui sont assez fortes pour renverser l'allonge; c'est l'air qui, s'introduisant à l'intérieur, forme un mélange de gaz détonants.

La distillation continuant, la charge intérieure qui remplissait la capacité du creuset ne tarde pas à s'affaisser. Il se forme un vide qui convertit la partie supérieure du creuset en une véritable voûte de four à reverbère, sous laquelle viennent s'accumuler les vapeurs métalliques. La chaleur est alors très-intense, l'oxygène se combine avec le carbone pour former de l'acide carbonique, qui lui-même, en présence du carbone, passe à l'état d'oxyde de carbone et active la réduction de l'oxyde de zinc en zinc métallique. Cette émission continuelle de gaz augmente la température à un point extrême, et remplit toute la capacité jusqu'au point de jonction du tube.

En cet endroit, le tube est refroidi par l'air ambiant, et la condensation du métal s'opère dans la petite cuvette formée par la réunion du tube avec le creuset. La surface de ce bain métallique est elle-même préservée de l'entraînement au dehors par une légère couche de crasses et d'oxydes qui la recouvre.

C'est là le réservoir où l'on puise le métal à des heures déterminées; autrement il coulerait dehors et tomberait dans l'allonge.

Tirage du zinc.—Ordinairement le premier tirage a lieu à midi; on y procède de la manière suivante : on commence d'abord par enlever l'allonge ventrue qui coiffe le tube. On secoue en frappant pour faire tomber dans un bac en tôle les poussières métalliques qu'elle contient. Mais comme les gaz intérieurs sont encore très-chauds, il faut avoir soin de boucher l'orifice de l'allonge avec un linge humide pour les étouffer et les refroidir, autrement les poussières s'enflammeraient. On a grand intérêt à ne pas dénaturer ces poussières, parce qu'à l'état où elles sont, elles renferment 94 pour 100 de métal environ, et que sans beaucoup de frais on en obtient, dans des fours spéciaux, 92 à 93 pour 100, tandis que trop brûlées on en obtient à peine 50 pour 100. La quantité de poussières que donne un four équivaut à un dixième du métal obtenu par le tirage. C'est donc une production importante, à laquelle il faut avoir égard.

L'allonge étant enlevée, l'ouvrier introduit dans l'orifice du tube une curette ou grattoir, jusqu'à l'endroit de la petite cuvette.

Il ramène ainsi le métal qu'il fait tomber dans un poêlon en fonte ou en fer battu placé au-dessous du tube.

Il faut un certain tour de main dans cette manœuvre: L'ouvrier doit éviter de refouler le zinc dans l'intérieur; par conséquent, il imprime un mouvement de balancement à son outil de manière à puiser tout en attirant à lui.

Deux ouvriers sont ordinairement occupés au tirage sur toute la façade du four; arrivés aux lignes supérieures, ils montent sur une table pour plus de facilité. Le poêlon rempli, on l'apporte sur une taque en fonte, à proximité de la lingotière; on écume la surface à l'aide d'une spatule.

Cette écume est formée de crasses spongieuses très-riches, que l'on met à part pour être retraitées dans la charge suivante, et principalement dans les rangées supérieures de creusets où la chaleur est la moins intense. Le métal est coulé dans des lingotières.

Pendant toute la durée du tirage et du coulage, une certaine quantité de vapeurs de zinc s'échappe hors des tubes et se répand en fumées blanches dans l'intérieur des halles. Dans cet état, elles sont presque insaisissables, et tous les moyens inventés jusqu'à ce jour pour les condenser sont restés sans succès. Pour éviter autant que possible cette perte par volatilisation, qu'on évalue à 1 1/2 pour 100, on s'empresse de remettre les allonges.

Les allonges remises, la distillation suit son cours et le godet intérieur ne tarde pas à se remplir de nouveau. Deux heures et demie après le premier tirage, on procède au second, en observant les précautions ci-dessus indiquées.

Le troisième tirage a lieu vers cinq heures et demie de l'après-midi. Déjà avant cette époque, on peut enlever les allonges et examiner l'intérieur des creusets par l'orifice ouvert des tubes. Il ne s'échappe presque plus de fumées zincifères, surtout des rangées inférieures de creusets. Une dernière flamme violacée, qui ressemble à un feu follet, finit par s'éteindre. On ne voit plus alors que la matière incandescente à l'intérieur. La distillation est terminée. On procède au troisième tirage, et immédiatement après on se prépare au nettoyage général[1].

Nettoyage des creusets.—Ici commence le travail le plus pénible

[1] On a simplifié ce travail du tirage, en augmentant la capacité des tubes, de manière à y permettre l'accumulation du métal, et à ne plus faire qu'un seul tirage journalier, comme dans le four silésien.

qu'on puisse imaginer; le mouvement et l'activité règnent partout, et l'aspect général d'une halle, illuminée par les pluies de feu qui tombent des creusets, par des flammes verdâtres provenant de quelques particules métalliques qui brûlent encore au bord des tubes, et par des fumées blanches qui se dégagent, a quelque chose de féerique et de théâtral.

Voici ce qui se pratique à ce moment : on fait tomber les briques qui soutiennent les tubes; on dégarnit le calage, on enlève le tube avec une pince. On passe dans l'intérieur du creuset un outil dit *herpais,* à bords tranchants, pour faire tomber les résidus dans les caves.

Si la calamine n'a pas fourni de laitiers, le nettoyage se fait bien; dans le cas contraire, il faut profiter de la chaleur des fours pour bien les détacher, autrement leur enlèvement est des plus pénibles.

Toutes ces opérations doivent être conduites vivement, parce qu'il y a une grande déperdition de chaleur par toutes les ouvertures.

Après le nettoyage, on aperçoit bien les défauts des creusets. S'ils ont une gerçure ou un trou, on y remédie par un plaquage d'argile préparée à l'avance et composé de bonne terre réfractaire. On prolonge ainsi leur durée de un ou deux jours. S'ils sont courbés ou crevassés sans remède, on les arrache. Après le remplacement des creusets, le four est ramené à son point de départ et l'on procède à la charge suivante. Ainsi la distillation est continue et elle dure tant que le four n'a pas besoin de réparations importantes.

La durée d'un four dépend de la qualité des matériaux réfractaires employés à sa construction. Dans les meilleures conditions, on peut estimer cette durée à deux ans. Toutefois, pendant cette période, le four, ainsi que les assises inférieures, est remis à neuf chaque semestre; mais cette opération n'exige que quelques heures d'arrêt.

Écart de réduction.—On ne retire jamais d'un minerai tout le métal que l'analyse y a constaté. Entre l'essai du laboratoire et le rendement pratique, il y a toujours un certain écart qui résulte :

1° De pertes par volatilisation pendant le travail ;

2° De pertes par imbibition dans la pâte des creusets et des tubes ;

3° D'une fraction de la charge non réduite dans les résidus.

Malgré toutes les améliorations apportées dans les appareils,

ces pertes sont encore assez considérables, et l'on peut dire que le traitement du zinc est celui de tous les métaux qui en donne le plus.

Toutefois, les recherches que l'on a faites dans le but de les amoindrir ont donné lieu à quelques remarques qui méritent d'être consignées.

On a reconnu que suivant l'état d'agrégation moléculaire et de composition chimique, certains minerais se réduisent avec plus de facilité que d'autres ;

Que les carbonates placés dans les meilleures conditions de chauffe, ne laissent qu'un écart de 8 à 9 unités entre l'analyse et le rendement pratique (à l'état calciné);

Que les carbonates mélangés de silicates laissent un écart de 11 à 12;

Que les silicates anhydres, qu'on croyait complétement irréductibles, sont néanmoins susceptibles de rendre 40 pour 100 de leur teneur, quand ils sont mélangés à l'état de poussière fine avec le charbon ;

Que les blendes, à cause de leur désulfuration toujours incomplète, laissent un écart de 13 à 14 unités, surtout lorsqu'elles ont une gangue calcaire.

Ces faits une fois établis, on a dû chercher à répartir la charge dans les différents étages d'un four, suivant l'intensité de chaleur qui y règne.

Les lignes de creusets éloignées du foyer, donnant toujours un rendement moindre, on y augmente le poids de la charge en doublant la durée de la distillation; on compose surtout celle-ci de carbonates riches ou de crasses riches provenant du travail. Par la raison inverse, les minerais réfractaires sont réservés pour les lignes inférieures.

On compose avec tous ces mélanges une moyenne de richesse dont la teneur analytique se rapproche assez de 50 pour 100, mais il n'est pas toujours permis d'arriver à une telle moyenne. La richesse minérale est variable par contrée; ainsi, lorsqu'en Silésie la moyenne du minerai calciné n'est que de 28 à 30 pour 100, elle atteint 58 et 60 pour 100 dans les provinces du nord de l'Espagne. Il s'ensuit, dans l'emploi de ces diverses espèces, des modifications dans le poids et la répartition des charges.

Lorsque la moyenne est de 50 pour 100, comme dans la contrée de Liége, on fixe la charge à 10 kilogr. par creuset; soit pour un

four de 54 creusets actifs un poids de 540 kil. pour douze heures de réduction ou 1,080 pour vingt-quatre heures. Cette charge, répartie inégalement par étage, comme il a été dit, laisse habituellement un écart de 11 unités entre l'analyse et le rendement pratique.

TRAITEMENT DES OXYDES RECUEILLIS PENDANT LA DISTILLATION.

Les poussières métalliques recueillies dans les allonges en tôle, pendant la distillation, renferment d'après l'analyse :

94,40 de zinc, 5 d'oxyde de zinc, 0,60 de charbon et débris.

M. Montefiore, auteur du procédé que je vais décrire, a trouvé qu'en les soumettant à une chaleur de 400 à 500°, on obtenait par la compression d'un piston la réunion des globules métalliques et la liquation du métal.

Le four qu'il emploie est représenté fig. 433. Dans cet appareil,

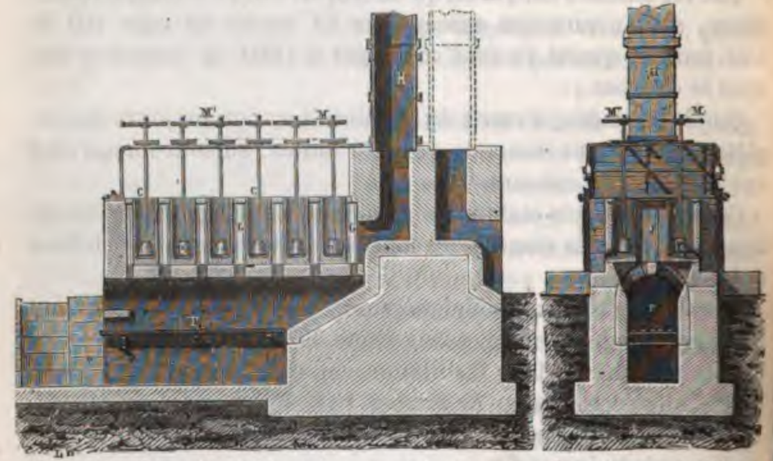


Fig. 433.—Four de M. Montefiore pour la fonte des poussières métalliques formées par l'extraction du zinc.

le vase récipient, en terre réfractaire C, C, a la forme d'une botte. Plusieurs de ces bottes sont placées verticalement sur leur fond, de chaque côté du foyer. Elles présentent dans cette position leur ouverture de chargement sur le haut du four; la flamme les enveloppe complétement et les maintient à la chaleur rouge.

Le pied de la botte sert de canal d'écoulement; il est à cet effet percé d'un orifice qu'on maintient bouché pendant l'opération avec un tampon d'argile. On ne le perce qu'au moment du tirage.

On charge les oxydes par le haut, en se servant d'un entonnoir

muni d'une valve intérieure. Cette valve a pour but d'intercepter l'air au moment de la chute de la charge dans la botte, autrement les oxydes brûleraient et passeraient à l'état d'oxyde blanc.

On place au-dessus de la charge un piston PP armé d'une tige en fer faisant corps avec lui; et pour pression supplémentaire, on ajoute un poids de 5 à 6 kil.

On active alors le feu du foyer, et deux heures et demie après, on procède au tirage de la manière suivante :

L'ouvrier se sert du même poêlon en usage dans les fours à zinc, il le chauffe d'avance avant de le placer en dessous du trou de coulée; il fait ensuite une piqûre dans le calage avec une broche de quelques millimètres, et tout le métal qui s'est liquéfié dans la botte coule dehors.

Lorsque ce premier jet a cessé, l'ouvrier introduit par le même trou un fil de fer de $0^m,004$ à $0^m,005$, qui, par sa flexibilité, remonte le long des parois de la botte et provoque un nouvel écoulement.

En même temps qu'il fait cette opération, il appuie sur le piston à l'aide d'un levier mobile dont le point d'appui est sur la barre de fer transversale placée sur le haut du four; puis, il imprime à la tige du piston un petit mouvement giratoire au moyen d'une clef.

Ces secousses, combinées avec la pression et avec la manœuvre réitérée de la tige flexible, dans toutes les directions, dégagent et font sortir toutes les parties liquéfiées.

Le résultat de cette opération donne directement 82 à 83 pour 100 de métal, et un résidu de crasses très-riches encore, mais trop fortement oxydées pour pouvoir se réduire sans le secours du charbon. Ces crasses, traitées dans les fours ordinaires de réduction, donnent encore 45 pour 100 de rendement, de sorte que l'ensemble des deux opérations procure environ 92 pour 100 de la charge de poussières.

Les inconvénients de ce procédé, malgré toute sa simplicité et son bon marché, sont assez graves pour être signalés :

1° Au moment du nettoyage journalier des bottes, il se dégage une énorme quantité de vapeurs zincifères très-nuisibles à la santé des ouvriers;

2° Le métal obtenu est toujours mélangé d'une petite quantité d'oxyde qui communique de l'aigreur au métal et le rend impropre au laminage, de même qu'à la fonte du moulage pour objets d'art.

Il est certainement préférable de redistiller ces oxydes avec addition de charbon, en les plaçant dans le haut des fours à réduction, dans des conditions de chaleur moderée; la qualité du

métal n'en souffre pas, et l'on utilise ainsi pour la production les rangées supérieures des fours qui ne sont jamais assez chauffées pour réduire le minerai.

SYSTÈME SILÉSIEN.

Le système silésien diffère essentiellement du système belge, par la forme de l'appareil, par la grandeur des vases distillatoires; enfin, par un travail plus simplifié, qui se rapproche davantage du traitement en grand.

Avant d'être arrivé au point de pouvoir lutter avec l'appareil belge, le four silésien a dû subir de nombreuses modifications; pour bien les comprendre, je renvoie le lecteur au mémoire que M. Callon, ingénieur en chef des mines, a publié dans la 3e série (1840) des *Annales des Mines*, sur les fours de la haute Silésie.

A cette époque, les fours contenaient 18 à 20 moufles placés symétriquement sur les banquettes qui entourent le foyer, et rangés deux par deux, dans autant de niches séparées sur la devanture. La flamme partant du foyer sortait directement par de petits ouvreaux pratiqués dans la voûte du four, près de la tête des moufles. Elle chauffait mal, par conséquent, la sole des banquettes, circonstance fâcheuse qui nuisait beaucoup à la réduction.

Le métal condensé tombait librement, par un tube coudé adapté au moufle, dans la petite niche de la devanture; on était obligé de le refondre dans des pots en terre avant d'en faire des lingots, parce qu'il était souillé d'une certaine quantité de crasses et d'oxydes.

On perdait en outre, par volatilisation, toutes les poussières métalliques qui se dissipaient dans l'atmosphère, c'est-à-dire presque 1 dixième de la production.

Le gaspillage du minerai était donc extrême, et le rendement d'un four insignifiant, puisque l'appareil donnait à peine 140 à 150 kilogr. par vingt-quatre heures.

Deux fours accolés constituent habituellement un massif, aussi bien dans l'ancien système que dans le nouveau. Mais dans l'ancien système, qui est encore en vigueur en Silésie, un certain espace était réservé dans l'entre-deux, près de la cheminée, pour faire l'office de four de calcination du minerai; c'était un espace perdu pour l'activité de la flamme intérieure, mais qui pouvait encore être utilisé pour certains usages exigeant une moindre température.

Toute cette disposition primitive, mal calculée sous le rapport

[redacted]

de l'utilisation de la chaleur, venait d'un pays ou la main-d'œuvre est des plus modiques, où le combustible est à très-bas prix, où la valeur vénale du minerai n'était pas en rapport avec le prix du zinc sur le marché; mais du moment où la question économique a été étudiée avec plus de soin, on s'est empressé dans les usines nouvellement créées d'y apporter de nombreuses modifications.

Voici en quoi elles consistent :

1° On a supprimé la chambre de calcination, parce qu'on s'est aperçu qu'une grande partie de la chaleur était absorbée en pure perte. On calcine aujourd'hui le minerai dans des fours séparés, et toute la capacité intérieure des deux fours contigus a subi l'accroissement correspondant. De 18 à 20 moufles qui garnissent les banquettes intérieures, on en a porté le nombre à 32, 40 et 44.

On a même imaginé, dans ces derniers temps, de superposer les moufles et de porter le nombre de ceux-ci à 60. Cette disposition a été adoptée récemment à l'usine d'Eschweiler (Prusse rhénane) et donne de fort bons résultats.

2° Pour mieux concentrer la chaleur à l'intérieur, on a supprimé les petites cheminées d'appel placées vers la voûte, à la tête des moufles, parce que le dégagement de gaz combustibles se faisait trop vite par ces issues directes, et la sole des moufles n'était pas assez chauffée. On a forcé la flamme à redescendre vers le pied, et à se rendre par une galerie inférieure vers la cheminée d'appel.

3° Autrefois le zinc coulait librement hors du petit tube, qui terminait le moufle et tombait goutte à goutte dans la niche de la devanture qui restait ouverte. Aujourd'hui, cette niche est complétement fermée pendant le travail, par un petit grillage postiche en fil de fer enduit d'argile, et l'allonge, ou *tube condenseur* A (fig. 434), y reste emprisonnée. Le métal, au lieu de tomber à l'air libre, se condense dans la partie ventrue de l'allonge et y séjourne pendant tout le temps de la distillation. On le puise toutes les vingt-quatre heures avec un grattoir, comme dans le procédé belge.

Il résulte de cette disposition une perte moindre par volatilisation, car l'orifice ouvert du tube condenseur est coiffé d'un cornet en tôle T qui retient la majeure partie des poussières métalliques, qui se brûlaient au contact de l'air et se dissipaient en pure perte dans l'atmosphère.

Les moufles sont, comme les creusets belges, les pièces les p

essentielles de la fabrication du zinc. On apporte à leur bonne confection les soins les plus minutieux.

Le four silésien ressemble, par sa disposition intérieure, à un four de verrerie; il a, comme lui, son foyer occupant le milieu, et deux banquettes latérales sur lesquelles, au lieu de pots, sont rangés parallèlement les moufles de réduction M.

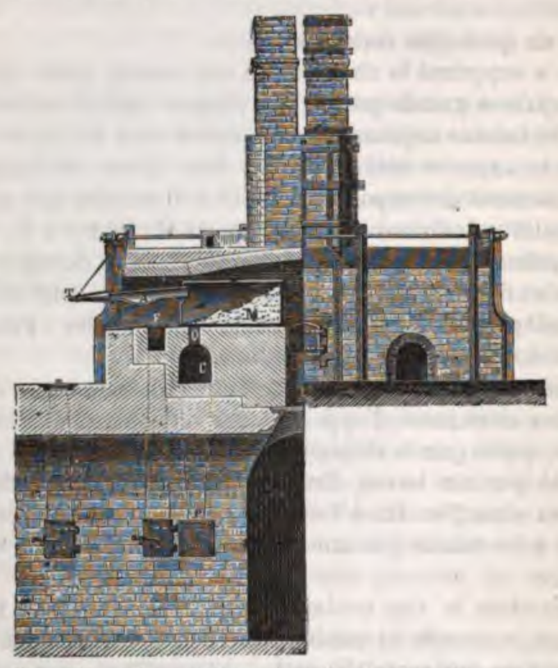


Fig. 434. — Four silésien pour l'extraction du zinc.

La largeur des banquettes détermine la longueur des moufles. Cette dimension en largeur est limitée par la difficulté de pouvoir construire sans danger des voûtes surbaissées, qui n'ont que 0m,16 à 0m,17 de flèche sur une portée de 3 mètres environ.

En Silésie, par exemple, la portée des voûtes ne dépasse guère 2m,60 à 2m,65 avec 0m,25 de flèche.

Ces voûtes durent six ans; mais il est vrai de dire que la température intérieure n'atteint pas celle des fours où l'on traite des minerais très-réfractaires.

En Belgique et dans la Prusse rhénane, les voûtes se construisent en briques réfractaires, spécialement façonnées pour ce genre de travail.

Les niches, espacées d'axe en axe de 0m,63, laissent par conséquent 0m,09 pour épaisseur des piliers ou *taques.*

Derrière ces taques verticales se présentent immédiatement les ouvertures O d'échappement des flammes; on leur donne 0m,12 en carré. Ces ouvertures communiquent à un canal général C, qui mène à la cheminée d'appel.

Jadis ce canal, où s'emprisonnaient les flammes, avait une sole; mais il s'encombrait tellement de crasses et de scories, que le nettoyage en était difficile dans toute la longueur du four. On a donc supprimé cette sole, pour la remplacer par deux plans inclinés qui viennent aboutir à une porte de vidange P située dans les caves.

On fait également disparaître les résidus des moufles à chaque charge, par la trappe F, en ayant soin, toutefois, de la tenir fermée pendant le travail. On évite ainsi le flot de poussières résultant du nettoyage général qui se répète alternativement toutes les vingt-quatre heures, sur chaque face des fours.

Le foyer du four silésien est véritablement la partie sur laquelle toute l'attention du constructeur doit se concentrer. On fait rarement plus de deux réparations pendant la durée du four, qui est de trois ans. Au bout de ce temps, la voûte commence à s'affaisser, malgré l'armature en fer qui soutient les pieds-droits. Le retrait que prennent les briques est tellement fort, que tout l'équilibre primitif est détruit par le tassement général qui s'opère. Le tirage du foyer s'établit par une cheminée placée au milieu du massif.

Après sa construction, le four est toujours recuit; à cet effet, on entretient sur la grille un feu d'abord modéré, qu'on augmente graduellement jusqu'à ce que l'intérieur soit au rouge sombre. Au bout d'une semaine environ, on introduit les moufles, préalablement chauffés au rouge dans des fours séparés. On les range deux par deux dans les niches, en les faisant glisser jusqu'à 0m,05 du bord du foyer. Dans cette position, ils ont une petite inclinaison de l'arrière à l'avant, qui est celle de 0m,02 par mètre qu'on donne à la sole des banquettes.

Les interstices entre les moufles et les parois de la niche sont ensuite calés avec de l'argile, et, de même que pour le four belge, la coloration intérieure des moufles fait juger du moment opportun où la charge doit être introduite.

Ce moment n'arrive guère que douze jours après.

On gradue alors les charges de manière à atteindre le maximum

vers la fin de la troisième semaine ; c'est seulement après ce délai que le four est dans toute son allure.

La conduite du feu à l'intérieur a besoin d'être dirigée. Les gaz combustibles, ayant toujours tendance à s'échapper par les issues les plus directes, se portent de préférence sur les moufles du milieu de la façade, qui sont surchauffés. On remédie à cet inconvénient en bouchant alternativement les ouvertures O (fig. 434), avec un tampon mobile qui change à volonté la direction du courant.

Quoi que l'on fasse cependant, la chaleur est toujours très-vive vers le milieu, et la réduction s'y fait mieux que dans les moufles extrêmes. Aussi l'ouvrier a-t-il soin d'y charger les minerais les plus réfractaires, laissant ceux de facile réduction pour les extrémités.

Dans des fours plus allongés, comme ceux, par exemple, de 44 moufles, la difficulté de bien répartir la chaleur augmente encore. Le foyer, dont la longueur suit la même proportion, devient plus difficile à gouverner.

La composition de la charge est moyennement en poids de 2 de minerai pour 1 de réductif.

On choisit de préférence les menus charbons maigres exempts de pyrites, ou mieux encore un mélange de débris de coke et de menue houille. La calamine est simplement écrasée à l'aide d'une batte en fer; on ne la broie pas sous les meules, comme pour les fours belges. Le grand excédant de réductif qu'on emploie augmente la porosité de la charge et facilite le dégagement des vapeurs. On en gradue du reste la quantité suivant la nature des minerais et leur facile réduction.

On ne peut fixer d'avance la charge normale d'un four. C'est par une série de tâtonnements qu'on arrive au maximum. Dans les usines de la Silésie, on charge les moufles pour vingt-quatre heures, parce que les calamines que l'on traite sont facilement réductibles. Mais en Belgique et sur les bords du Rhin, où les minerais se composent de blendes ou de calamines silicatées, on a trouvé plus avantageux de faire durer la distillation quarante-huit heures, en fractionnant les charges d'une certaine manière.

Pour bien comprendre l'opération, je suppose pour un moment tous les moufles vides.

On commence, le premier jour, par remplir tous ceux d'une même façade avec les deux tiers de la charge reconnue suffisante pour atteindre l'écart voulu. Au bout de vingt-quatre heures, on

introduit le tiers restant par-dessus, en même temps que l'on charge les deux tiers sur la face opposée du four *et vice versa.* De telle sorte que la grande charge reste exposée quarante-huit heures au feu, tandis que la petite n'y reste que vingt-quatre heures [1].

Un four de 32 moufles à grande dimension, dans de bonnes conditions d'allure, peut traiter ainsi par quarante-huit heures 2,100 à 2,200 kilog. de minerai. Si, par exemple, la teneur analytique est de 50 pour 100, et que la réduction soit faite avec 11 unités d'écart, sa production métallique s'élèvera de 819 à 858, soit 410 à 429 kil. environ par vingt-quatre heures, absolument comme celle d'un four belge qui traiterait la moitié de la même quantité.

Lorsqu'on veut faire la grande charge, c'est-à-dire celle qui comporte les deux tiers du poids, on procède d'abord au nettoyage du moufle. On enlève le petit grillage mobile de la niche, on décale la laque, et, à l'aide d'un râble, on fait tomber tous les résidus de la précédente distillation par la trappe F. Immédiatement après, on se sert d'une grande cuiller pour introduire la charge par l'ouverture du moufle, en ayant soin de la déposer en talus, de l'arrière à l'avant; puis on lute de nouveau, et la distillation suit son cours pendant vingt-quatre heures. A l'expiration de ce délai, on dépose la *petite charge* sur la grande, sans ouvrir la niche ni décaler, en se servant simplement d'une cuiller pareille à celle des fours belges, que l'on insinue adroitement par le col de l'allonge. L'ouvrier a toujours soin, avant cette introduction, de détruire le talus primitif qu'il a donné à la grande charge, en ramenant avec un crochet la matière sur le devant, dans le but d'exposer le plus possible le nouveau minerai à un plus fort coup de feu du côté du foyer.

L'opération du tirage précède toujours, dans l'ordre, celle du chargement. On commence donc par puiser le zinc condensé dans la partie ventrue de l'allonge en suivant le procédé déjà décrit pour les fours belges.

L'allonge est ordinainairement rendue inutile au bout de douze jours. La condensation qui se fait à l'intérieur dépose une croûte métallique très-adhérente à la terre. Cette croûte augmente insensiblement d'épaisseur et finit par obstruer le passage de la cuiller, malgré les raclages journaliers de chaque tirage.

Les morceaux de zinc qu'on retire par écaille, quand on vient à

[1] La grande charge est aussi la plus riche en teneur métallique. On réserve la plus pauvre pour celle qu'on superpose.

briser l'allonge, sont traités comme matières riches dans les charges suivantes.

Quant au mauvais état d'un moufle, on en est déjà averti pendaut le cours de la distillation par le défaut de flambage du tube. Du moment où ce flambage cesse, l'aspiration se fait par l'intérieur du four, et les cheminées *fument à blanc*, comme disent les ouvriers. On s'empresse, dans ce cas, de retirer la charge pour ne rien perdre de la matière, et on remet le remplacement du moufle à la charge suivante.

COMPARAISON DES DEUX SYSTÈMES.

Une lutte s'est établie dans ces derniers temps entre les partisans de l'une et l'autre méthode. On a cherché à agrandir la capacité des appareils, afin de diviser la dépense par une plus forte production, mais les efforts faits dans un système se sont renouvelés dans l'autre.

Aux fours belges de 75 et 80 creusets, on a opposé ceux de 44 et 60 moufles, et, en définitive, l'avantage paraît devoir rester à ces derniers.

Il est certain qu'en comparant les éléments du travail, on trouve une foule de raisons en faveur du four silésien :

1° Économie de main-d'œuvre et économie de produits réfractaires;

2° Facilité dans le travail, qui permet de composer un personnel ouvrier avec les premiers manœuvres venus;

3° Avantage immense de pouvoir traiter dans un four des minerais pauvres, qu'on ne saurait utiliser au même degré dans un four belge, à cause des débâcles qu'occasionne la chute des creusets les uns sur les autres.

Tous ces avantages contre-balancent bien certainement l'inconvénient d'une consommation un peu plus forte de combustible dans le four silésien, mais cette consommation n'est pas irrévocablement fixée au chiffre actuel, elle est au contraire appelée à être amoindrie par certaines modifications à l'intérieur.

Déjà l'avantage d'un moindre parcours de flamme est en faveur du four silésien. Avant de sortir par le carneau d'échappement, les gaz combustibles n'ont à franchir que la longueur d'un moufle, tandis que dans le four belge l'espace parcouru est de 3m,50. Aussi, à cette hauteur, la réduction ne se fait qu'imparfaitement, et l'on est forcé de doubler la durée de la distillation pour les lignes ıpérieures.

On a varié de différentes manières la forme des fours belges; tantôt en les allongeant dans le sens horizontal, comme des fours à réverbère; tantôt en partageant la capacité intérieure par une cloison, de manière à distribuer les assises de creusets sur chaque façade, le foyer restant sur le côté.

On a essayé aussi des fours à flamme renversée, dans lesquels l'issue de dégagement des gaz était dans la sole, au lieu d'être placée au sommet de la voûte.

Tous ces essais, tentés dans le but de chauffer le plus grand nombre possible de creusets, ont toujours eu pour résultat la complication du travail, et la surveillance plus grande de l'ouvrier. Le temps perdu pendant la charge devant être plus utilement employé pour la distillation, c'est plutôt vers l'étude des plus grandes capacités que l'attention devrait tout d'abord se porter. Sous ce rapport, il faut bien convenir que le four silésien est en voie de progrès, et que sa forme est une de celles qui se prêtent le mieux à la solution du problème.

En terminant, je dois encore faire mention de l'appareil de haut fourneau qu'on a tenté d'employer dans le pays de Liége, pour opérer la séparation du zinc tout en faisant la fusion du fer. On supposait que dans le milieu des gaz désoxydants, c'est-à-dire à une certaine hauteur au-dessus des tuyères, il devait exister une zone où le métal volatil devenait saisissable.

A cet effet, on avait ménagé vers cette hauteur plusieurs canaux de condensation traversant le massif et communiquant à l'extérieur. Mais le dépôt formé dans ces conduits n'a jamais été autre chose qu'un mélange d'oxydes, de poussières charbonneuses et de quelques rares gouttelettes de métal. De plus, l'appareil marchant à gueulard fermé n'avait qu'un travail intermittent causé par de fréquents engorgements. Ces essais se poursuivent encore en ce moment sur un autre point, à l'usine de Membach. Toujours en s'appuyant sur le même principe, on a modifié l'appareil de la manière suivante : les canaux de condensation, au lieu de communiquer à l'extérieur, sont remplacés par huit orifices par lesquels tout le zinc en vapeur doit être entraîné dans une galerie circulaire intérieure. On suppose que le métal s'y condensera et coulera par une pente insensible vers un récipient commun.

Non-seulement il est permis de croire que toute la condensation se fera à l'état de poussière et d'oxyde à cause de la difficulté de rester toujours dans un milieu d'oxyde de carbone, mais en admettrant même qu'elle se fît à l'état métallique, il est positif

que le zinc enduirait très-promptement les conduits et produ:
le même effet qu'on observe dans les tubes et les allonges
manière que l'obstruction de l'appareil serait la conséquence
vitable du défaut de nettoyage.

L. PANTET,
Ingénieur civil.

CHAPITRE V. — ÉTAIN.

I.—MINERAIS D'ÉTAIN.—EXPLOITATION.

Le nombre des minerais d'étain que l'on rencontre dan
nature est extrêmement restreint, et parmi ceux-ci il n'en
qu'un, l'oxyde anhydre ou *cassiterite*, qui donne lieu à des ex
tations métallurgiques. L'étain parait avoir été trouvé quel
fois à l'état métallique, sous forme de petits grains brillants,
ce gisement, loin d'être abondant, constitue une véritable ra
minéralogique; on en peut dire autant de l'étain sulfuré;
contré en un amas assez considérable au milieu d'une des m
les plus importantes du Cornwall, celle de Sainte-Agnès, ce
nerai a peu à peu disparu et n'a pu depuis être retrouvé, de
sorte qu'en résumé un seul minerai fournit aujourd'hui aux
le métal qui nous occupe, et ce minerai est la cassiterite ou é
oxydé.

L'oxyde d'étain possède deux modes de gisement différe
on le rencontre tantôt sous forme de filons ou d'amas, tan
l'état de minerai d'alluvion. Dans le premier cas, il est asso
des gangues essentiellement granitiques formées surtout de qu
de chlorite, d'amphibole, et renfermant souvent des miné
fluatés et boratés, tels que la topaze, l'émeraude, etc. Da
second cas, grâce au lavage naturel qu'ont subi les roches dé
posées qui le renfermaient, le minerai d'étain, qu'on désigne
sous le nom de *stream works*, se trouve débarrassé de la
grande partie des gangues pierreuses qui l'accompagnent
nairement.

L'une et l'autre de ces deux variétés sont exploitées au
d'hui dans trois centres principaux. Le comté de Cornwa
Angleterre, la Saxe et la Bohême en Allemagne, la presqu'I

[redacted]

Malacca, l'île Banca dans les Indes, possèdent le monopole presque exclusif de la production de l'étain; cependant, on exploite encore dans les provinces de Guanaxuato et de Guadalaxara (au Mexique) un minerai d'alluvion fort riche, et l'on rencontre en France, et surtout en Bretagne, quelques gisements de même nature. Mais ces dernières exploitations n'ont qu'une valeur insignifiante, et la part que prend à la production de l'étain chacun les grands centres que nous avons cités plus haut est la suivante : l'Angleterre en fournit la moitié, tandis que l'Allemagne et les Indes se partagent l'autre moitié par parties égales.

Les minerais d'alluvion présentent en général une grande pureté; formés par le dépôt d'oxyde d'étain, dépôt dû à la grande densité (7,5) de cette substance, ils se trouvent naturellement débarrassés de toutes les matières étrangères qui s'y trouvaient associées dans la roche primitive, et peuvent par suite fournir de l'étain très-pur. Aussi, le métal retiré de ces minerais, et notamment l'étain Banca, l'étain de Malacca qui sont produits de cette façon, ont-ils été longtemps et sont-ils encore recherchés pour certaines industries chimiques, et notamment pour la fabrication des sels d'étain destinés à la teinture. Cependant, la perfection des procédés de préparation mécanique permet aujourd'hui de retirer du minerai, en filons ou en amas, de l'étain d'une égale pureté; et le traitement des minerais d'alluvion (*stream works*) a perdu en Europe beaucoup de son importance; en Angleterre même, il est devenu à peu près insignifiant.

Mais pour obtenir ce dernier résultat, il faut soumettre le minerai d'étain à des préparations extrêmement soignés; trois écueils en effet sont à éviter : 1° la présence de la gangue siliceuse qui, pendant la réduction de l'oxyde, engendrerait des émaux fusibles; 2° celle des sulfures, arséniures, etc., de fer, de cuivre, de plomb, etc., qui altéreraient les qualités de l'étain; 3° enfin, celle du wolfram ou tungstate de fer et de manganèse qui, possédant une densité égale à celle de l'oxyde d'étain, se dépose constamment à côté de lui, et s'y mélange en proportion telle que quelquefois le minerai prêt pour la fonte (*black-tin*) n'en renferme par moins de 5 pour 100. On évite ces trois écueils : 1° par une préparation mécanique très-soignée, qui enrichit le minerai en le débarrassant de sa gangue; 2° par un grillage qui enlève la plus grande partie du soufre, de l'arsenic, etc., et fait passer à l'état soluble ou désagrégé les métaux étrangers qu'on enlève alors au moyen d'un nouveau lavage; et 3° enfin, par une calcination avec le car-

bonate de soude qui transforme le wolfram en tungstate de soude soluble.

II.—PRÉPARATIONS DU MINERAI D'ÉTAIN.

PRÉPARATION MÉCANIQUE.

La préparation mécanique des minerais d'étain exige des soins infinis, et les auteurs ont coutume de la prendre comme exemple des plus grandes difficultés mécaniques que puisse présenter le traitement des minerais bruts. Nous ne pouvons que l'esquisser rapidement ici, en renvoyant le lecteur aux mémoires publiés sur ce sujet, dans les *Annales des mines*, par MM. Dufrenoy et Élie de Beaumont, Coste et Perdonnet, et surtout à l'excellent travail inséré dans le même recueil par M. Moissenet.

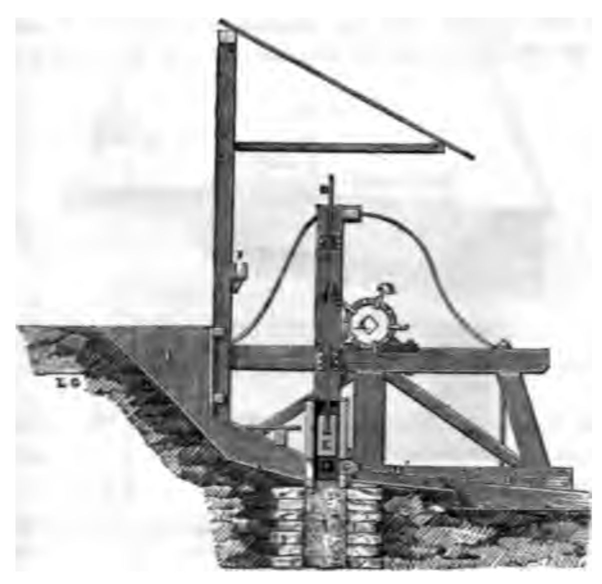
Pris dans sa composition moyenne, le minerai d'étain est pauvre en général; d'après M. Moissenet, sa teneur en oxyde d'étain (*black-tin*) ne s'élève pas au delà de 2 pour 100. Le travail doit donc être conduit de manière à l'enrichir par la séparation des gangues, tout en évitant de perdre la matière utile que celles-ci pourraient entraîner. C'est par un bocardage et un lavage exécutés avec les plus grands soins que l'on atteint ce but.

Le minerai est d'abord brisé à la masse, et mis en morceaux de la grosseur du poing, puis classé en trois catégories : le *riche*, le *moyen* et le *stérile*. Celui-ci est rejeté, les deux autres sont portés au bocard chacun de leur côté ; car c'est par enrichissement progressif, et non par production de minerais de composition moyenne qu'il faut procéder. Les bocards du Cornwall (fig. 435) sont formés d'un pilon en fonte blanche E porté par une tige en fer que soulèvent, à intervalles égaux, les cames B d'un arbre de couche A commandant toute une série de bocards. Chaque pilon vient battre le minerai qui descend de l'auge H, dans une caisse en fonte F munie en avant d'une grille métallique G dont les fils possèdent un écartement déterminé suivant la nature du minerai. Un filet d'eau, arrivant sous pression dans cette caisse, en chasse le minerai pulvérisé, et le dirige dans des canaux en bois H'H' placés en avant de la grille. De grandes précautions doivent être apportées à cette partie du travail; en effet, l'oxyde d'étain se trouvant le plus souvent disséminé intimement dans la gangue, il faut autant que possible réduire celle-ci en poudre fine; mais, ce résultat obtenu, il faut éviter que de nouveaux coups de pilon

[redacted]

ıment écraser les grains d'oxyde dont la séparation par deviendrait alors plus difficile.

ortir du bocard, les sables fournis par le pilon s'écoulent ; canaux en bois de 1 mètre de largeur sur 10 mètres de ur munis de rebords et disposés en plan incliné. Quel- on réserve sur ces canaux deux ou trois petites chutes,



35.—Bocards employés dans le Cornwall pour les minerais d'étain.

ı élève en chacun de ces points de petits barrages mobiles ıe la quantité de minerai déposé augmente. En parcourant anaux, le minerai commence à se classer, les parties les ourdes restent à la tête, une petite quantité de sables moins ; et plus légers se dépose à l'extrémité, tandis que les ; très-légères sont entraînées dans des bassins où elles doi- se déposer à leur tour. Les sables lourds et riches en minerai désignés sous le nom de *crop* (*moisson*); les sables légers n moins riches sous celui de *roughs* (*grossiers*); et enfin, les ; légères sous celui de *slimes* (*légers*). Chacune de ces parties un traitement spécial.

ıitement du crop. —Le crop recueilli à la pelle est passé dans *:issons carrés ou caisses allemandes;* ceux-ci se composent d'une ; C (fig. 436) de 2^m,50 à 4 mèt. de longueur sur 0^m,75 à 0^m,80 rgeur; le fond en est incliné de telle sorte que la profondeur,

égale à 0m,60 en tête, soit d'environ 0m,75 en queue. La f
forme cette extrémité est percée de trous que l'on bouc
et à mesure que le minerai s'y accumule. En tête se tr
auge A, dans laquelle une rigole conduit le minerai méla
celui-ci traverse la grille qui sert de fond à cette auge,
s'écouler sur la table B, où des baguettes disposées en é
divisent. Là, comme dans les canaux primitifs, le min
enrichi se sépare suivant sa densité en trois catégories

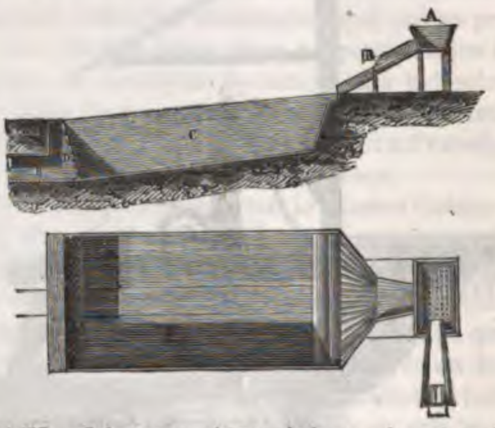


Fig. 436 et 437.—Caissons carrés pour le lavage des minerais

très-riche qui reste en tête, le sable pauvre (*roughs*) qu
en queue et les *slimes* qui s'écoulent en D.

Depuis un certain nombre d'années, on a substitué au
ordinaires un appareil perfectionné que l'on désigne so
de caisson rond (*round buddle*). C'est une sorte de cuve
(fig. 438) dont le fond en maçonnerie présente la fo
cône, et une inclinaison de 1/12. Au sommet de ce cô
pivot portant deux bras horizontaux en bois; chacun d
supporte, soit un petit volet D à suspension automatiqu
brins de balai maintenus entre deux planchettes. Au
pivot est une trémie en fonte B, dont le fond est percé
trous; par la rigole A, un filet d'eau amène le minerai
trémie, et celui-ci, s'écoulant par le fond de cet appare
répandre à la surface du cône, constamment agité par
D, D′, auxquels des engrenages convenables communi
mouvement circulaire, ne tarde pas à se classer de la m
nière que dans les caissons carrés.

Après cette première purification, le minerai en subit une deuxième; dans ce but, on remplit une cuve d'eau jusqu'aux trois quarts de sa hauteur, puis un ouvrier y projette une pelletée de minerai épuré, tandis qu'un autre agite violemment le liquide; on répète l'addition du minerai jusqu'à ce que la cuve en soit à



Fig. 438.—Caisson rond (*round buddle*) pour le lavage des minerais d'étain.

moitié remplie, puis on laisse déposer, en frappant de temps en temps contre les parois. On obtient encore de cette façon trois nouvelles catégories : les écumes supérieures (*top skimmings*) qui sont traitées avec les slimes; les écumes du fond (*bottom skimmings*) qui retournent aux caissons, et le fond (*bottom*) qui, formé de minerai presque pur et désigné sous le nom de *tin-witts*, est prêt à être traité chimiquement.

Les sables pauvres ou *roughs* fournis dans le cours de ces diverses opérations sont passés dans de nouveaux canaux, en tête desquels arrive un courant d'eau; dans ce courant, on place une pelletée de matière, et celle-ci, entraînée sur le plan incliné, fournit une petite quantité de sable riche que l'on réunit au *crop*, des slimes qui vont se déposer plus loin, des sables assez riches qui sous le nom de *crazes* repassent au bocard et sont traités comme du minerai neuf, et enfin des sables qui sont rejetés.

Quant aux boues ou *slimes*, leur traitement est extrêmement délicat; car elles renferment, à l'état de finesse extrême, une grande quantité de minerai riche. On l'exécute en classant la matière dans une série d'opérations successives, d'abord dans des caissons, puis dans des auges où se meuvent lentement au sein de l'eau des palettes qui, mettant en suspension les parties les plus légères, les entraînent au dehors, tandis que les parties les

plus lourdes se déposent, et enfin en lavant les produits les plus riches des opérations précédentes sur des tables de forme variée. Le plus simple de ces appareils consiste en une table de bois B (fig 439), inclinée au 1/16, longue de 4 à 5 mètres, large de $0^m,15$ à $0^m,18$, munie de rebords et supportée à chaque extrémité par des tourillons; le minerai est jeté en tête de cette table et



Fig 439.—Table pour le lavage des boues fournies par les minerais d'étain.

lavé par un courant d'eau d'une vitesse calculée qui entraîne les boues stériles en dehors C, tandis que le minerai riche, constamment ramené vers la tête au moyen de brosses ou de râbles, finit par s'y accumuler. Lorsqu'on juge l'opération terminée, on fait basculer la table sur ses tourillons, et l'on déverse le minerai purifié dans les compartiments D, correspondant à divers degrés de densité et par suite de pureté.

PRÉPARATION CHIMIQUE.

Dans le cours du traitement mécanique qui précède, le *crop*, les *roughs* et les *slimes*, se sont successivement débarrassés des substances pierreuses auxquelles l'oxyde d'étain se trouvait mélangé, et dont la densité atteignait à peine 2 unités; mais, en même temps que le minerai s'est enrichi, les impuretés métalliques dont la densité est voisine de celle de l'étain oxydé s'y sont accumulées; et l'on y voit figurer en abondance divers sulfures métalliques, le mispikel notamment, et le wolfram. L'élimination de ces divers composés a lieu de la manière suivante :

Grillage.—Cette opération a pour but d'enlever la plus grande partie du soufre et de l'arsenic, dont s'est chargé le minerai, à l'état d'acides sulfureux et arsénieux volatils, et de transformer les arséniures et sulfures lourds en oxydes, sulfates et arséniates légers et faciles à enlever par lavage.

Le grillage a lieu habituellement dans un four à réverbère de

forme ordinaire, communiquant avec une vaste chambre de condensation séparée en quatre ou cinq compartiments par des cloisons alternantes, et dans laquelle vient se déposer l'acide arsénieux. La partie supérieure du four sert à la dessiccation du minerai; lorsque celui-ci est bien sec, on le fait tomber par un conduit percé dans la voûte même, sur la sole inférieure, et là on le chauffe graduellement en brassant constamment la masse, et ajoutant de temps en temps une petite quantité de charbon en poudre pour activer la décomposition des produits arsénio-sulfurés.

Les grandes usines d'Angleterre ont presque toutes adopté aujourd'hui pour cette opération le fourneau à sole tournante de Brunton (*Brunton's calciner*). Celui-ci représente un four à réverbère ordinaire, portant au centre du plafond une trémie C, par laquelle on projette le minerai. La sole est remplacée par

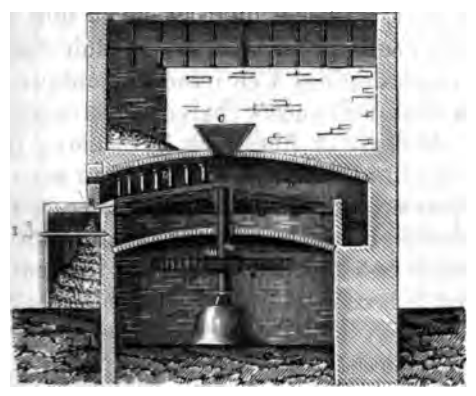


Fig. 110. — Fourneau à sole tournante (*Brunton's calciner*) pour le grillage des minerais d'étain.

un plateau conique en fonte B, relié au moyen d'un pivot à une série d'engrenages qui lui communiquent un mouvement très-lent (un tour en quarante minutes). Au plafond du four est scellé un râteau fixe D qui, arrivant presque au contact de la sole, remue le minerai, et en renouvelle les surfaces offertes à l'action oxydante de la flamme. Peu à peu, le minerai descendant suivant les génératrices du cône se grille, se transforme en oxyde d'un brun jaunâtre, et s'échappe enfin de lui-même par un carneau ouvert E, lorsque, allégé par sa calcination, il a pu rouler jusqu'à la base de l'appareil.

Élimination du wolfram.—On emploie, en Angleterre, depuis 1858, une méthode qui permet d'éliminer d'une manière absolue tout le tungstène que renferment certains minerais, et d'en obtenir, par suite, de l'étain d'une grande pureté. Voici comment ce procédé est pratiqué : le minerai est mélangé avec une quantité de sulfate de soude déterminée d'après sa teneur en tungstène, puis introduit dans un fourneau à réverbère où on le maintient au rouge sombre, jusqu'à ce que la masse prenne un aspect pâteux. La flamme doit être d'abord très-réductrice; quelquefois même on projette dans le four de petites quantités de charbon, afin de favoriser la décomposition du sulfate de soude; on brasse de temps en temps, jusqu'à ce que la matière ait perdu tout aspect phosphorescent; la flamme est alors rendue oxydante jusqu'à la fin de l'opération.

LAVAGE DU MINERAI GRILLÉ.

Le minerai, après grillage, qu'il ait été ou non traité par un composé alcalin pour enlever le tungstène, doit être soumis à de nouveaux lavages destinés à entraîner mécaniquement tous les oxydes légers dont il est encore chargé. Ces lavages varient d'ailleurs suivant le degré de finesse de la matière; quelquefois, il suffit de la soumettre à l'action d'un filet d'eau sur des tamis métalliques; le plus souvent, il faut la faire passer de nouveau dans les caissons (*buddles* et *tyes*) qu'elle a déjà traversés avant son grillage; quelquefois enfin, et c'est le cas des minerais à wolfram, elle doit, avant le lavage, être repassée au bocard; l'eau qui sert au transport de l'oxyde d'étain constitue, dans ce cas, une solution de tungstate de soude que l'on peut recueillir et concentrer[1].

Lorsque le minerai d'étain est fortement cuivreux, on le laisse, après grillage, exposé quelque temps à l'air; on recueille ensuite avec soin les eaux cuivreuses que fournit son lavage, et on les traite par le fer pour en obtenir du cuivre de cémentation.

Purification par les acides.—On a proposé, depuis 1842, l'emploi des acides chlorhydrique et sulfurique pour la purification des minerais d'étain après grillage; mais cet emploi ne paraît pas avoir pris un grand développement. Ces acides cependant semblent devoir enlever les oxydes de fer et de cuivre plus facilement

[1] Cette manière d'opérer permet aujourd'hui aux fabricants anglais de livrer à bas prix, au commerce, du tungstate de soude pour les impressions sur tissus, pour la fabrication de l'acier et pour l'obtention d'étoffes incombustibles.

[redacted]

et plus complétement qu'une opération mécanique quelconque. On préfère l'acide chlorhydrique lorsque les impuretés du minerai sont ferrugineuses, l'acide sulfurique lorsqu'elles sont cuivreuses.

III.—FONTE DES MINERAIS D'ÉTAIN.

FONTE AU FOURNEAU A MANCHE.

Cette méthode est la plus ancienne, elle produit de l'étain très-pur, mais ne saurait être appliquée sans une grande perte dans le rendement ; aussi, employée encore en Allemagne, est-elle à peu près abandonnée en Angleterre, où les méthodes de préparation mécanique ont atteint le plus haut degré de perfectionnement.

L'appareil (fig. 441) se compose d'un demi-haut fourneau F, de 4 à 5 mètres de hauteur, construit en granit ou en porphyre à gros grains; la cuve intérieure est en briques réfractaires dans la partie supérieure, et en pierre de grès dans la partie inférieure. Il porte deux ouvertures disposées près du fond incliné qui le termine ; l'une, en S, sert à l'introduction d'une tuyère amenant le vent d'un soufflet; l'autre, placée en avant, établit la communication entre le fourneau et le creuset de réception C; celui-ci communique lui-même au moyen d'une rigole O, fermée par de l'argile, avec un deuxième bassin disposé au niveau du sol.



Fig. 441.—Fourneau à manche pour la fonte des minerais d'étain.

La marche de ce fourneau est continue ; lorsqu'il est en plein fonctionnement, on jette par la partie supérieure des couches alternatives de minerai et de charbon de bois en gros morceaux, et l'on fait arriver le vent de la tuyère S. Sous l'influence de la haute température qui se produit ainsi, et en présence des gaz carburés, l'oxyde d'étain ne tarde pas à se réduire, le métal s'écoule et vient se réunir dans le creuset C, où il se trouve bientôt surmonté d'une couche épaisse de scories; celles-ci sont enlevées au fur et à mesure, mises de côté et fondues de nouveau dans un fourneau semblable, mais plus petit.

Lorsque le creuset s'est rempli de métal, on délute la rigole O et on fait écouler l'étain fondu dans le deuxième bassin, soit pour l'y recueillir au moyen de cuillers en fer, et le couler dans des lingotières, soit pour l'y soumettre directement au raffinage, par la méthode que nous indiquerons bientôt.

FONTE AU FOURNEAU A RÉVERBÈRE.

Les minerais d'étain sont traités en Angleterre exclusivement au four à réverbère; ceux dont on fait usage aujourd'hui, et dont on doit la description à MM. Coste et Perdonnet, sont disposés comme l'indique la fig. 442. A est une sole concave en briques

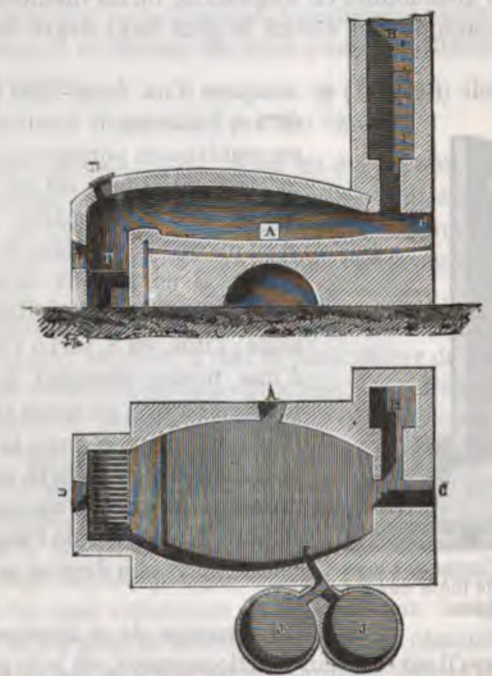


Fig. 442. — Coupe et plan des fours à réverbère employés à la fonte des minerais d'étain.

réfractaires, sous laquelle sont ménagés des carneaux destinés à laisser circuler l'air froid et à éviter la surchauffe; F est le foyer, B la porte de charge; G la porte de travail placée près des carneaux conduisant à la cheminée; et enfin, en E, est un trou fermé par une plaque mobile. Le minerai, qui, en général, renferme 60 à 70 pour 100 de son poids de métal, est mélangé avec 12 ou

[redacted]

15 pour 100 d'anthracite en poudre, puis chargé par la porte A dans le four préalablement porté au rouge; les portes sont ensuite fermées, et l'on chauffe graduellement pendant six ou huit heures; lorsqu'au bout de ce temps la réduction paraît avancée, on brasse la matière pour renouveler les surfaces et mettre au contact du charbon les fragments non encore réduits; puis on ferme de nouveau, pour laisser le fourneau reprendre la température élevée qu'il a perdue pendant le brassage. La réduction est alors terminée, et le métal, réuni dans la partie déclive de la sole, est recouvert d'une couche de scories que l'on enlève au moyen d'un ringard. Pour cela, on ouvre le trou E, afin que l'ouvrier travaillant par la porte G ne soit pas incommodé par la fumée et les vapeurs, et l'on procède à l'enlèvement des scories; les premières ne renferment pas d'étain; celles qu'on retire ensuite en contiennent et sont partagées en deux classes : les premières, les plus pauvres, sont bocardées et fournissent par le lavage de petits grains métalliques; les secondes, plus riches, et qui se trouvaient en contact avec le métal, sont refondues directement avec d'autres résidus. Après l'enlèvement de ces scories, le bain métallique se montre découvert, clair et brillant, on abat la cloison d'argile L, qui interceptait la communication entre le fourneau et les bassins de réception JJ, et on y laisse écouler le métal. On charge immédiatement de nouvelles matières, et, pendant ce temps, on laisse reposer l'étain fondu, pour donner aux scories qu'il renferme encore le temps de remonter à la surface; on l'écume alors, puis on le coule dans des lingotières.

RAFFINAGE DE L'ÉTAIN.

L'étain obtenu dans les opérations précédentes renferme toujours un certain nombre d'impuretés, dont on se débarrasse, soit par la liquation, soit par une agitation mécanique, soit par l'un et l'autre de ces moyens réunis.

Liquation.—Ce mode de purification est basé sur la grande fusibilité de l'étain, et sur la fusibilité moindre des corps auxquels il se trouve mélangé; on l'exécute en plaçant sur la sole d'un four semblable à celui qui vient d'être décrit les lingots ou *saumons* d'étain empilés les uns au-dessus des autres, et en les soumettant à l'action d'une chaleur très-modérée, de telle sorte que l'étain, qui entre le premier en fusion, s'écoule au dehors dans le creuset de réception, et laisse sur la sole un alliage très-chargé en impuretés et par suite moins fusible. Au fur et à mesure que

le produit de la fonte des lingots s'écoule, on remplace ceux-ci par de nouveaux, et l'on continue jusqu'à ce que le bassin de réception soit rempli.

Perchage. — Cette méthode, aussi bien que la suivante (*tossing*), est appliquée au métal fondu, soit au sortir du four de réduction, lorsqu'il est d'une assez grande pureté, soit au sortir du four de liquation. Pour la pratiquer, on introduit dans le bain métallique, alors encore très-chaud, des bûches de bois vert qui, se décomposant sous l'action de la chaleur, produisent un dégagement de gaz et de vapeur d'eau qui met la masse en ébullition, et ramène à la surface les dernières scories que l'on enlève avec soin.

Méthode par secousse ou *tossing*.—Le principe de cette opération est le même que celui de la précédente : agiter la masse pour ramener les impuretés à la surface. Dans ce but, un ouvrier, cueillant une partie du métal fondu au moyen d'une cuiller en fer, le laisse retomber de toute sa hauteur dans la chaudière où le reste se trouve contenu. La masse se trouve ainsi entièrement agitée, les scories se séparent; et en répétant ce traitement pendant deux heures environ, laissant ensuite le métal reposer deux heures encore, on peut lui enlever par un simple écumage la presque totalité de ses impuretés.

Préparation de l'étain en larmes.—L'étain se présente dans le commerce en lingots de différents poids, suivant les contrées d'où il provient; ces saumons sont obtenus par une simple coulée, et nous n'avons aucune particularité à signaler à ce point de vue. Il n'en est pas de même de cet étain cristallisé que l'on désigne sous le nom d'étain en larmes. Pour obtenir celui-ci, on chauffe les saumons de métal jusqu'à la température où ils perdent leur malléabilité; ce point atteint, on les projette d'une certaine hauteur sur le sol, ils se brisent alors suivant leur structure intérieure, et se divisent en ces fragments semi-réguliers auxquels on attribue, par suite de leur apparence cristalline, une grande pureté, et que recherche spécialement la fabrication des produits tinctoriaux.

AIMÉ GIRARD.

CHAPITRE VI. — ANTIMOINE.

I.—MINERAI D'ANTIMOINE.—GISEMENT ET EXPLOITATION.

L'antimoine se présente dans le règne minéral sous la forme de composés divers, et constituant avec d'autres minéraux des associations nombreuses. Mais de toutes les combinaisons, il n'en est qu'une, l'antimoine sulfuré, qui donne lieu à une exploitation directe; l'antimoine oxydé, dont on connaît quelques gisements importants, est resté jusqu'ici sans emploi. D'un autre côté, l'antimoine figure pour une proportion considérable dans certains minéraux utilement exploités, tels que l'argent antimonié sulfuré, le cuivre antimonié, etc., mais il ne joue dans le traitement métallurgique de ceux-ci qu'un rôle accessoire, et va le plus souvent se perdre à l'état d'oxyde d'antimoine avec les produits volatils que fournit le grillage, auquel on soumet ces minerais pour en extraire les métaux fixes qu'ils renferment.

L'antimoine sulfuré se rencontre en abondance dans un grand nombre de contrées; la Bohême, la Hongrie et la France, en possèdent des gisements considérables, dans lesquels ce minerai se trouve toujours en filons, au milieu d'une gangue essentiellement quartzeuse, et quelquefois, mais rarement, formée de schistes micacés. Leur exploitation comprend deux phases distinctes : en premier lieu, le minerai est soumis à l'action d'une chaleur modérée, qui, mettant le sulfure en fusion, le sépare de sa gangue par une véritable liquation, et rend par suite inutile toute préparation mécanique; le sulfure d'antimoine ainsi préparé porte le nom d'*antimoine cru ;* il est accompagné de scories antimoniales qui, sous le nom de *crocus*, sont recherchées par la médecine vétérinaire; en second lieu, ce sulfure est grillé, transformé en oxyde, puis réduit au moyen du charbon dans des creusets plutôt que dans des fours, afin d'éviter la déperdition que causerait inévitablement la volatilité de l'antimoine. Obtenu de cette manière sous la forme de gros pains cristallins, le métal est désigné dans le commerce sous le nom de *régule d'antimoine.*

II.—PRÉPARATION DU MINERAI D'ANTIMOINE. ANTIMOINE CRU.

Après avoir été extrait de la mine et grossièrement concassé à

la masse, le minerai séparé des portions stériles est introduit dans les appareils de liquation ; ceux-ci varient considérablement de forme, et dès le commencement de ce siècle, Hassenfratz faisait connaître plus de six dispositions différentes employées dans ce but. La plus simple et la plus ancienne qui, aujourd'hui encore, est peut-être la plus répandue, consiste à superposer l'un au-dessus de l'autre deux pots coniques en terre cuite; le pot supérieur, qui entre dans le pot inférieur, est muni d'un fond percé de trous; on y place le minerai, on le ferme par un couvercle et on le porte au feu; chacun de ces pots mesure, d'après Berthier, $0^m,30$ de haut sur $0^m,20$ de diamètre, et peut contenir 10 kil. de minerai. Autrefois, ces pots étaient disposés simplement en galère dans une sorte de fossé dont les parois étaient revêtues de briques, et où on les recouvrait de houille et de branchages; mais aujourd'hui, l'on préfère opérer dans des fours à réverbère où les couples de pots sont disposés les uns à côté des autres en nombre considérable (certains fours en renferment 64). Quelquefois, lorsque le minerai est pauvre, on place sur chaque pot à boulet [1], deux et même trois pots à minerai, à fond percé, afin que le sulfure s'écoule en quantité suffisante pour remplir le pot inférieur. Lorsque le four est rempli, on chauffe graduellement, afin de faire fondre le sulfure, tout en évitant que la gangue quartzeuse n'éclate et ne se mette en poussière, puis on continue le feu pendant douze heures; au bout de ce temps, on laisse refroidir, on défourne et l'on brise les pots à boulets pour en retirer l'antimoine cru.

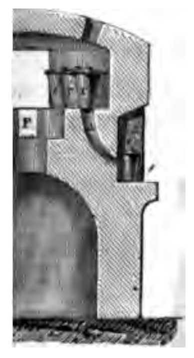

Fig. 443.—Pots superposés pour l'extraction de l'antimoine cru.

Les fours dans lesquels les pots sont disposés peuvent offrir des dispositions très-diverses; tantôt ils ne possèdent qu'une seule sole, au centre de laquelle est disposé le foyer; tantôt ils sont à deux étages, tantôt ils sont munis de gradins latéraux sur lesquels on dispose les pots, etc.

Dans quelques mines de Hongrie, à Schlemnitz notamment, l'appareil précédent a été modifié par une disposition qui laisse

[1] On désigne sous ce nom les pots inférieurs qui, autrefois, étaient sphériques à la base, et où, par suite, le culot d'antimoine cru prenait la forme d'un boulet.

ulets hors du four, et met par suite l'antimoine cru, du, à l'abri des accidents qui peuvent se produire sous l'action du feu. Sur la banquette du four, au point où le pot à minerai doit être placé, s'ouvre un canal courbe C (fig. 444), qui vient aboutir au dehors, et s'ajuste sur le pot à boulet, qui, dans ce but, est muni d'une tubulure latérale. Cette disposition permet, en outre, de changer les pots à minerai sans toucher aux pots inférieurs, et de donner à l'opération une sorte de continuité.



r à pots extérieurs
:ion de l'antimoine

On a proposé plusieurs fois d'opérer cette liquation dans des ·bère à sole inclinée ou à sole creuse, et Gillet Lau-›nnaitre un four employé en Vendée, dont la dispo-.le rappelle celle du pot communiquant dont nous .rler; cependant, il ne paraît pas que ce système ait avec succès, résultat facile à comprendre, lorsqu'on uelle facilité le sulfure d'antimoine pourrait se gril-:irconstances et se transformer en oxyde infusible. sans doute fort bien, en disposant obliquement dans cornues à gaz en terre cuite, que la flamme entou-ıte part, et dont l'une des extrémités recevrait le lis que l'antimoine cru s'écoulerait à l'autre.

le plus perfectionné pour la liquation du minerai ›araît être le suivant; il est, d'après M. Dumas, em-ıes de Malbosc (Ardèche). Il comprend quatre cylin-.x en terre cuite, disposés sur deux rangées, et .rois foyers parallèles FFF (fig. 445). Chacun d'eux .ne plaque fermant une galerie dans laquelle peuvent :s galets quatre pots à boulets correspondant aux res. A la partie inférieure, ils sont munis d'une ou-laquelle le sulfure fondu s'écoule, et, traversant ement percée, vient tomber dans le pot à boulets. ppareil est bien en marche, on charge par la partie minerai trié en fragments de la grosseur d'un œuf, c un couvercle de terre, et l'on chauffe pendant au bout de ce temps, la liquation étant terminée,

on enlève la gangue et l'on charge une nouvelle quantité de minerai ; chaque cylindre en contient 200 kil.



Fig. 445. — Four de Malbosc (Ardèche), pour la liquation de l'antimoine cru.

Quel que soit l'appareil employé pour produire l'antimoine cru, la méthode que nous venons de décrire présente de graves inconvénients qui ont, depuis longtemps, fixé l'attention des métallurgistes, et sur lesquels Berthier a notamment insisté dans plusieurs mémoires. En effet, la fusion est toujours incomplète, et la gangue, d'un autre côté, reste toujours imprégnée de matière fondue ; sous l'influence de la chaleur, une partie du sulfure parvient à se griller, et enfin les pots à boulets se rompent fréquemment ; de là des pertes considérables. Pour obvier à ces inconvénients, Berthier a proposé de substituer à la liquation la méthode de préparation mécanique, dont l'emploi paraît au premier abord très-rationnel, puisque la densité du sulfure est de 4,5 environ. Mais cette méthode n'a pu être appliquée, par suite d'une circonstance particulière : l'excessive fragilité du sulfure d'antimoine. Sous le bocard, il serait à peu près impossible d'obtenir des sables ; le minerai se réduirait, dès les premiers coups de pilon, en boue fine dont la séparation présenterait ensuite des difficultés insurmontables.

III.—RÉDUCTION DU SULFURE D'ANTIMOINE.—RÉGULE.

GRILLAGE DE L'ANTIMOINE CRU.

La réduction du sulfure d'antimoine, sa transformation en régule a lieu par deux traitements successifs; dans le premier, on se propose de transformer par un grillage modéré le sulfure en oxyde; dans le second, on réduit l'oxyde en antimoine métallique. Cette marche est, aujourd'hui encore, la plus habituelle, malgré les tentatives faites en plusieurs contrées pour réduire directement le sulfure d'antimoine au moyen des métaux et notamment du fer.

Le grillage du sulfure d'antimoine s'exécute habituellement dans des fours à réverbère, analogues à ceux dont on fait usage pour la calcination du salin. Munis en avant d'une large porte et d'une hotte par laquelle s'exécute le tirage, ces fours comportent une sole médiane bordée par deux foyers latéraux qui déversent la flamme sur la matière que celle-ci renferme. On projette dans ce four préalablement échauffé le sulfure d'antimoine concassé et criblé en morceaux de la grosseur d'un pois; on donne d'abord un bon coup de feu, puis aussitôt qu'on aperçoit des vapeurs blanches épaisses se dégager de la surface, on diminue la température, afin d'empêcher la perte d'antimoine que causerait sa volatilisation. A partir de ce moment, on ne cesse de brasser la masse avec un long ringard en fer, en dirigeant la chaleur et la modérant constamment, de manière à éviter non-seulement la fusion, mais même le ramollissement du minerai. Peu à peu celui-ci change d'aspect, sa couleur grise métallique disparaît, et enfin, au bout de douze ou quinze heures, les 100 ou 150 kil. que renferme le four se trouvent transformés en une matière friable de couleur rougeâtre; on laisse alors refroidir, puis on défourne. L'antimoine cru rend ainsi de 60 à 70 pour 100 de son poids en oxyde d'antimoine; théoriquement, il devrait en fournir 86 pour 100.

RÉDUCTION DU MINERAI GRILLÉ A L'ÉTAT DE RÉGULE.

Ainsi que nous l'avons expliqué plus haut, c'est dans des creusets et non dans des fours que s'exécute cette réduction. Chacun de ces creusets, fait de terre réfractaire, peut contenir 5 kilog. de matière environ; on les remplit d'un mélange formé de 65 parties de minerai grillé pour 8 ou 10 de charbon de bois en

poudre; celui-ci a dû être préalablement arrosé d'une dissolution concentrée de sel de soude. Les creusets, soigneusement fermés par des couvercles, sont rangés à côté les uns des autres dans des fours carrés ou dans des fourneaux de galère, capables d'en contenir tantôt six et tantôt douze. On chauffe doucement d'abord, pour laisser évaporer l'eau dont le charbon est imprégné, puis on élève la température de manière à obtenir une réduction et une fusion complète. Ce résultat obtenu, on laisse refroidir, et on casse les creusets dont on retire d'abord le régule d'antimoine qui en occupe le fond, puis des scories formées d'un sulfure double d'antimoine et de sodium que l'on utilise pour la médecine vétérinaire, sous le nom de *crocus*.

Le régule obtenu ainsi n'est pas pur; et, pour l'obtenir à l'état bien cristallisé, sous forme de pains à surface étoilée, comme ceux que recherche le commerce, il faut lui faire subir une purification subséquente. Dans ce but, on lui fait subir deux et même trois fontes successives, en ajoutant chaque fois une petite quantité de scories des opérations précédentes et de minerai grillé ce dernier semble avoir pour but de produire par sa réduction l'oxydation des dernières parcelles de métaux étrangers.

FONTE DIRECTE DE L'ANTIMOINE CRU.

Les métallurgistes se sont préoccupés depuis longtemps des moyens capables de produire la réduction immédiate de l'antimoine cru; dès la fin du siècle dernier, on avait essayé de soumettre directement le sulfure d'antimoine à l'action du fer métallique; renouvelée depuis, cette tentative l'a toujours été sans succès. Mais Berthier a fait voir, vers 1825, que si l'action du fer seul d'une part, celle des carbonates alcalins seule d'une autre étaient insuffisantes, l'action de ces deux corps associés pouvait fournir d'excellents résultats. Il a démontré à cette époque qu'en mélangeant 100 parties de sulfure d'antimoine, 10 de carbonate de soude sec, 42 de fer et 1 de charbon, on obtenait une fonte facile, rapide, sans boursouflement et dont la scorie est d'une séparation commode.

D'après M. Muspratt, on emploie à Linz, en Allemagne, une méthode qui se propose le même but et qui paraît copiée sur les indications de Berthier. L'opération est conduite dans un four à réverbère où l'on maintient une atmosphère constamment réductrice. La sole concave est formée de sable et d'argile fortement battue; en son milieu est couché un tuyau A (fig. 446) par lequel

[redacted]

le métal s'écoule aussitôt qu'il a pris naissance. Dans ce four, on charge 100 à 150 kilog. de minerai mélangé de tournures de fer et de sel de soude dans les proportions ci-dessus : on chauffe pendant



Fig. 44.—Four employé à Linz pour la réduction directe de l'antimoine cru.

huit à dix heures, durant lesquelles le régule s'écoule peu à peu ; on enlève les scories par la porte B, puis on charge une nouvelle quantité de minerai.

Le métal obtenu par cette méthode est très-impur ; il renferme surtout du fer, du soufre et de l'arsenic. Pour l'en débarrasser, on le chauffe pendant une heure au rouge vif, dans un creuset de Hesse, après l'avoir mélangé avec 12 pour 100 de son poids d'antimoine cru et 12 pour 100 de sel de soude ; celui-ci agit sur les dernières portions de soufre et d'arsenic, et les transforme en composés solubles, tandis que le sulfure d'antimoine enlève, pendant sa réduction, les dernières traces de métaux étrangers. Quelquefois, surtout lorsque le métal de première fusion renfermait du plomb, cette opération doit être répétée deux et trois fois. Lorsque enfin la purification est complète, il ne reste plus qu'à couler le métal dans des moules concaves où il prend la forme de lentilles ; sous laquelle on rencontre le plus habituellement dans le commerce le régule d'antimoine.

AIMÉ GIRARD.

CHAPITRE VII.—ARSENIC ET ACIDE ARSÉNIEUX.

I.—MINERAIS D'ARSENIC.

L'arsenic est, sous divers états, fort répandu dans le règne minéral, mais sa consommation, naturellement peu considérable, tend chaque jour à se restreindre davantage, par suite de la découverte de matières non vénéneuses destinées à remplacer dans la peinture, la fabrication des papiers peints et l'impression sur tissus, les couleurs vertes arsénicales employées jusqu'ici. Aussi, l'exploitation des divers minerais d'arsenic ne présente-t-elle qu'une faible importance. Le plus souvent, l'acide arsénieux, dont la formation précède toujours celle de l'arsenic, n'est qu'un produit secondaire fourni par le grillage de divers minerais exploités pour l'extraction des métaux fixes qu'ils renferment. C'est ainsi que l'acide arsénieux se rencontre en plus ou moins grande abondance dans les chambres de condensation placées à la suite des fourneaux où l'on grille les arsénio-sulfures de cobalt et de nickel, les pyrites arsénicales de cuivre, l'argent arsénio-sulfuré et beaucoup d'autres minerais métallifères.

Cependant, il existe dans quelques contrées, et notamment à Altenberg (Saxe) et à Reichenstein (Silésie), quelques établissements pour lesquels les composés arsénieux sont le véritable et l'unique but de la fabrication. Dans ces usines, le minerai soumis au grillage, dans ce but spécial, est le fer arsénio-sulfuré ou mispikel, qui ne renferme pas moins de 45 à 75 pour 100 de son poids d'arsenic. Nous nous contenterons de décrire la méthode suivie dans ces usines pour la fabrication de l'acide arsénieux et de l'arsenic; la marche est évidemment la même pour tous les établissements, une fois que l'acide arsénieux se trouve recueilli dans les chambres de condensation.

Dans ces mêmes usines, le minerai arsénical est quelquefois employé à la production des sulfures d'arsenic (*orpiment* et *réalgar*); mais cette production ne doit pas nous arrêter ici, elle relève en effet bien plus de la fabrication des couleurs que de la métallurgie. (Voy. *Couleurs*, COU.)

II.—FABRICATION DE L'ACIDE ARSÉNIEUX.

GRILLAGE DU MISPIKEL ET CONDENSATION.

Le grillage du mispikel s'effectue dans un fourneau à moufle, dans lequel le minerai, exposé de toute part à l'action calorifique de la flamme, se trouve cependant complétement à l'abri de son action réductrice. Dans un fourneau rectangulaire, on construit en briques réfractaires un moufle B légèrement incliné d'arrière en avant. Tout autour de ce moufle, dont la voûte supérieure représente un segment cylindrique, sont réservés des carneaux E qui conduisent la flamme fournie par le foyer, qui lui-même est incliné. Les produits de la combustion reviennent ensuite en avant, par un carneau parallèle à l'axe, et s'échappent par la cheminée qui se trouve située directement au-dessus de la porte de charge A. Quant aux produits du grillage, ils s'échappent à l'arrière par O, pour se rendre dans les chambres de con-

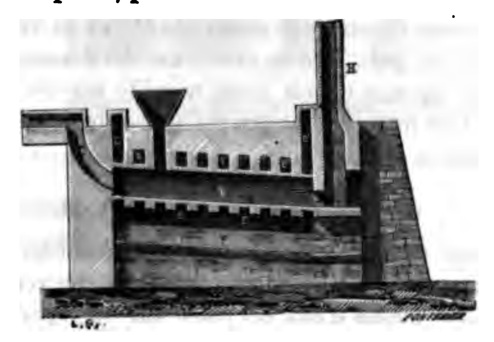


Fig. 447.—Four pour la production de l'acide arsénieux.

densation. Le minerai, préalablement concassé, est projeté dans le four par une trémie qui en traverse le plafond; au moyen d'un râble en fer, on le répand uniformément sur la sole, puis on chauffe en ayant soin de laisser ouverte la porte O, qui permet l'introduction de l'air; le minerai, sous l'influence de la température élevée à laquelle le four est constamment maintenu, s'oxyde au contact de l'oxygène atmosphérique, et l'arsenic, se transformant en acide arsénieux, va se déposer sous la forme de *fleurs d'arsenic* dans les chambres de condensation. Le feu n'a pas besoin d'être fortement poussé; car, par son oxydation même, le minerai dégage une quantité de chaleur suffisante pour entretenir la réaction. Celle-ci dure douze heures en moyenne, au bout

de ce temps, le grillage est complet; au moyen d'un ringard, on défourne le résidu par la porte O, et l'on introduit une nouvelle charge par la trémie. A la suite du moufle se trouvent d'abord deux chambres carrées où s'opère le premier dépôt d'acide arsénieux ; puis les vapeurs, entraînées par le courant d'air, se rendent dans une série de chambres, en maçonnerie comme les premières, disposées les unes au-dessus des autres, et dont la dernière porte un tuyau destiné à entraîner les dernières vapeurs; celles-ci ne renferment plus alors de traces sensibles d'acide arsénieux. Les chambres de condensation sont assez vastes pour qu'il ne soit nécessaire d'en enlever l'acide que tous les deux mois. On fait alors tomber la farine d'acide arsénieux dans la chambre inférieure, et c'est là qu'on la recueille pour la raffiner et la transformer en acide vitreux, d'un transport et d'un maniement moins dangereux. L'enlèvement de ce composé est sous cet état une opération très-délicate, et les précautions les plus grandes sont indispensables. « Les ouvriers qui l'exécutent se couvrent la figure d'un masque en peau muni d'œillères en verre. Ils revêtent une robe de peau fermée avec soin. Au-dessous du masque, on place une éponge ou un linge mouillé sur les narines et la bouche, afin de purifier l'air qui est nécessaire à la respiration. » (Dumas, *Traité de chimie.*)

RAFFINAGE DES FLEURS D'ARSENIC.

Le raffinage de l'acide arsénieux, sa transformation en acide vitreux a lieu par sublimation. Les pots E destinés à cette opération sont en fonte, chacun d'eux est placé sur un foyer séparé F; ils portent trois hausses cylindriques D également en fonte, munies de brides, et un chapiteau conique C; sur celui-ci, on ajoute deux ou trois tuyaux A en forme d'entonnoir, dont le dernier va déboucher dans une chambre de condensation L. Des ouvertures R, placées sur ces tuyaux permettent de les déboucher avec un fil métallique, lorsqu'ils viennent à s'engorger. Chaque pot reçoit une charge de 150 à 200 kilog. de fleurs d'arsenic; la charge faite, on place les hausses, le chapiteau et les tuyaux, et on lute soigneusement le tout. On chauffe doucement d'abord pendant une demi-heure, puis on élève progressivement la température. L'acide arsénieux se sublime d'abord, mais bientôt les parties sublimées fondent contre les parois des hausses, et viennent y former une masse vitreuse transparente. Après douze heures de chauffe l'opération est terminée, on laisse refroidir et l'on recueille l'acide

arsénieux vitreux solidifié dans l'intérieur de l'appareil. On recueille ainsi les trois quarts de l'acide employé; le reste est par-

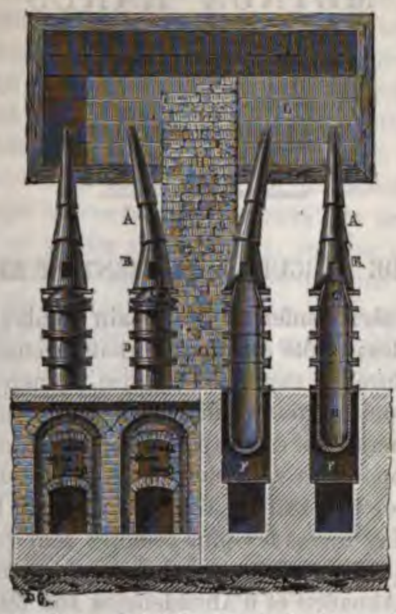


Fig. 448.—Appareil pour la fabrication de l'acide arsénieux vitreux.

tiellement entraîné dans les chambres de condensation, ou reste au fond du pot sous forme d'un résidu noir qu'on repasse au moufle.

III.—FABRICATION DE L'ARSENIC.

L'arsenic métallique ou *arsenic noir* est un produit très-peu employé par les arts, aussi ne le fabrique-t-on que rarement. On l'obtient du reste par une sublimation analogue à l'opération précédente, et dans le même appareil. On emploie généralement dans ce but les portions d'acide arsénieux impur laissées au fond du pot après le raffinage, on les broie et on les mélange avec du charbon de bois en poudre, dans la proportion de 100 de charbon pour 100 de résidu. On chauffe ensuite graduellement, et l'arsenic cristallisé vient se sublimer à la partie supérieure. On peut encore l'obtenir en chauffant dans des cornues en terre le mispikel avec un excès de fer métallique qui, se combinant avec le soufre primitivement combiné à l'arsenic, met celui-ci en liberté.

AIMÉ GIRARD.

MÉTAUX RARES

CHAPITRE I.—MERCURE.

I.—MINERAIS DE MERCURE.—GISEMENT ET EXPLOITATION.

Le règne minéral renferme un certain nombre de combinaisons mercurielles; à côté du mercure natif viennent se grouper le mercure sulfuré, le mercure chloruré, le mercure ioduré, le mercure antimonié, l'amalgame d'argent, etc., mais il n'existe qu'un seul minerai qui soit exploité industriellement. Celui-ci, composé en proportions variables, de mercure natif ou *mercure coulant* et de mercure sulfuré, se rencontre dans les localités les plus diverses. Les mines les plus célèbres sont celles de la Bavière, appartenant autrefois au Palatinat et au duché des Deux-Ponts, celles d'Almaden et d'Almadenejos sur les confins de la province de Cordoue, en Espagne; celle d'Idria, en Carniole; de Rosena, en Hongrie; de Sala, en Suède; de Guanca-Velica, au Pérou; de Durasno, au Mexique; et enfin, de Guadalupe et de New-Almaden en Californie.

Le minerai de mercure se rencontre, soit en veines ou filons dans les terrains de schiste micacé, et dans les terrains de transition, soit en amas disséminés dans des couches de grès ou dans les calcaires compactes noirs de l'époque jurassique. En Bavière, le minerai est mélangé, comme par pétrissage avec l'argile blanchâtre qui constitue les filons; en Espagne, il forme dans les schistes micacés des filons dont la puissance atteint 12 ou 15 mètres; à Idria, il se rencontre mélangé aux schistes argileux dans le calcaire compacte; à Guanca-Velica, il se trouve mélangé au grès, et constituant des filons auxquels on attribue une puissance extraordinaire, etc. Du reste, la nature de la gangue importe peu, elle ne joue aucun rôle dans le traitement des minerais.

La richesse de ceux-ci est extrêmement variable; tantôt ils sont presque purs et fournissent exactement le poids de métal que leur attribue la formule du sulfure de mercure, tantôt, au con-

traire, leur teneur ne s'élève pas au-dessus de 1 pour 100. On leur fait subir alors une préparation mécanique, de manière à les enrichir, mais sans pousser les choses bien loin, sans élever la richesse au delà de 6 ou 7 pour 100 par exemple, car ainsi que nous l'avons déjà dit, la gangue n'exerce aucune influence notable sur le traitement. On emploie, pour cette préparation mécanique, les appareils ordinaires, bocards, cribles, tables à secousses, etc.

Deux méthodes sont usitées pour le traitement du minerai de mercure; dans les contrées où le travail se trouve divisé en une multitude de petites exploitations, comme en Bavière, au Pérou, etc., le sulfure de mercure est soumis dans des cornues en fonte à l'action décomposante de la chaux, et le mercure produit est recueilli dans des récipients de forme convenable; dans les contrées, au contraire, où l'exploitation est concentrée entre les mains d'administrations importantes, comme à Idria et à Almaden, comme dans les nouvelles mines de Californie, l'opération est conduite dans de vastes appareils, où le sulfure décomposé par l'action oxydante de l'air, à la température rouge, se transforme en acide sulfureux et en mercure, qui traversent ensuite de grands appareils de condensation. Nous décrirons successivement, comme exemple de ces deux méthodes, les appareils employés en Bavière, en Espagne et en Carniole.

II.—TRAITEMENT DU MINERAI DE MERCURE PAR LA CHAUX.

PROCÉDÉ PRIMITIF DU PALATINAT ET DES DEUX-PONTS.

Les mines de mercure de la Bavière sont toutes concentrées dans une bande de terrain assez restreinte, dont la longueur ne dépasse pas 7 myriamètres et la largeur 2 ou 3. Les plus importantes sont celles de Statlberg, de Rosward, du Potzberg, de Wollfstein, etc., et surtout celles de Landsberg. Toutes emploient les mêmes appareils, à l'exception de celles du Landsberg, dans lesquelles une compagnie anglaise a introduit, en 1847, à l'instigation du docteur Ure, un appareil perfectionné; nous nous occuperons d'abord du procédé primitif des Deux-Ponts et le décrirons tel qu'il est encore employé aujourd'hui.

Le minerai subit d'abord, dans les galeries mêmes de la mine, un premier triage; les parties stériles sont employées à remplir les excavations, et les parties riches sont seules montées au jour; là, le minerai est concassé en fragments de la grosseur d'une

noix environ, et ces fragments sont soumis à un deuxième t
On opère alors le mélange avec la chaux caustique, éteinte
rellement par son contact avec l'air; on prend pour eff
ce mélange, une quantité de chaux variable avec la tene
minerai; s'il est très-riche, la proportion de chaux doit s'é
à 30 pour 100; s'il est pauvre, elle peut être abaissée
pour 100. Le mélange, une fois fait, est porté aux fou
décomposition. Ceux-ci, dont la forme rappelle les fourne
acide sulfurique de Nordhausen, sont allongés et porter
chaque côté, deux rangées de cornues A en fonte, à forme pa
mesurant environ 1 mètre de longueur, 0m,40 dans leur
grand diamètre, et 0m,10 de diamètre au col. Chacune d
cornues, inclinée d'arrièr
avant, dépasse la murail
fourneau de 0m,25 à 0m,30.
ainsi saillant vient s'emb
dans un récipient en terre
sentant à peu près la
forme, plus ramassé, et à
rempli d'eau. Tantôt le pr
rang de cornues repose su
massif de briques, et les co
du deuxième rang s'app
exactement sur celles du
mier, tantôt les deux rangs
éloignés l'un de l'autre de 0m,30 environ.



Fig. 449.—Ancien four du Palatinat pour l'extraction du mercure.

Chaque cornue est remplie aux deux tiers de sa capaci
mélange de minerai et de chaux; elle en renferme ainsi
25 kil.; on adapte les récipients en les lutant incomplète
d'abord, puis d'une manière parfaite lorsque la tempér
s'élève. On chauffe en allumant sous les cornues un feu
léger, et l'on maintient la température pendant six heures
composé par la chaux, le cinabre laisse dégager du mercure
vient se condenser dans les récipients; seulement, ainsi
doit le comprendre, la condensation est incomplète par su
l'exiguïté des appareils et de leur fermeture imparfaite. Au
des six heures de chauffe, on enlève dans la série un récipie
deux, on les remplace par de nouveaux appareils à moitié
plis d'eau, et l'on prolonge la chauffe une demi-heure en
Ce temps écoulé, on les enlève, et si l'eau est restée sensibl
limpide, s'ils ne renferment pas de mercure, c'est que l'opér

est terminée; on recueille alors le mercure, on vide les cornues, on charge à nouveau, et l'on recommence une nouvelle distillation. Le mercure, séparé de l'eau sous laquelle il a été recueilli, présente à sa surface une matière gris noirâtre pulvérulente qui renferme encore une certaine proportion de métal; pour l'enlever, on ajoute un peu de chaux en farine que l'on pétrit à la main et qui se charge mécaniquement de ces impuretés; cette chaux sert ensuite à d'autres décompositions, de telle sorte que l'on puisse recueillir le mercure qu'elle a absorbé.

PROCÉDÉ PERFECTIONNÉ DU LANDSBERG.

C'est dans la montagne du Landsberg, près d'Obermoschel, qu'existent les mines de mercure les plus importantes de la Bavière. Là encore, le minerai est décomposé par la chaux, mais aux cornues incommodes et peu avantageuses dont nous venons de parler, a été substitué dans ces dernières années un appareil simple, d'une marche régulière, continue, et dont les dispositions principales rappellent celles des fourneaux à gaz. Au-dessus d'un foyer en brique, et renfermées dans un four à réverbère, s'allongent horizontalement trois cornues en fonte A, A, constituant

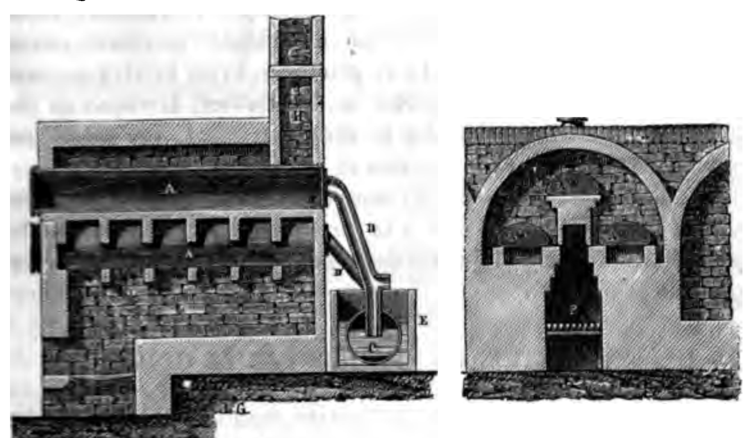


Fig. 450 et 451.—Appareil perfectionné du Lansberg.

une batterie; des arceaux en brique isolent la cornue supérieure du contact immédiat des flammes, et celles-ci sont conduites par des carneaux disposés de telle sorte que, débouchant à la partie supérieure du four, elles échauffent d'abord la cornue la plus élevée, et redescendent ensuite au contact des deux cornues

inférieures, pour s'échapper enfin par la cheminée H. Chaque cornue porte à l'arrière un disque de fonte mobile qu'on lute soigneusement; à l'avant un disque fixe dans lequel s'emboîte un tuyau D, qui vient plonger d'un centimètre dans un large tuyau C de 0m,50 de diamètre environ, et rempli d'eau jusqu'aux deux tiers de sa hauteur. Ce tuyau est lui-même noyé dans une bâche E où circule un courant d'eau froide.

Le minerai grossièrement pulvérisé est mélangé avec la chaux, puis chargé dans les cornues. Chacune de celles que comporte une batterie peut contenir 300 ou 350 kilog. de mélange, et la charge est faite de telle sorte que les deux tiers au moins de la capacité restent libres; l'appareil est chauffé à la houille, et comme les opérations se succèdent sans interruption, les cornues possèdent toujours une température suffisamment élevée pour développer l'action décomposante de la chaux sur le cinabre; aussi le mercure ne tarde-t-il pas à se volatiliser, pour se condenser dans l'eau froide que renferme le tuyau C, et s'écouler dans un bassin situé à l'une de ses extrémités, en obéissant à la pente suivant laquelle on a eu soin d'incliner ce tuyau à l'avant de chaque tuyau de départ; sur chacun de ceux-ci D, D', se trouvent de petits orifices fermés habituellement par des vis, et par lesquels on peut, en introduisant une tige métallique, déboucher l'appareil, au cas où une obstruction viendrait à se produire. Trois heures environ sont nécessaires pour compléter la distillation. Lorsque ce résultat est atteint, on détache le disque d'avant, on enlève au moyen d'un ringard les gangues et le sulfure de calcium restés dans la cornue; on charge de nouveau et l'on procède de suite à une opération semblable à la première, de telle sorte que le procédé est continu et fournit des résultats supérieurs à ceux du procédé primitif.

III.—EXTRACTION DU MERCURE PAR LE GRILLAGE.

La méthode que nous devons décrire maintenant, et dont les grands établissements de l'Europe et de l'Amérique tirent un si utile parti, est basée sur ce fait que le cinabre soumis à l'action d'un vif courant d'air, sous l'influence d'une température rouge, subit aisément l'opération du grillage, et se transforme d'une part en acide sulfureux gazeux, d'une autre en mercure volatil et facilement condensable. Découverte en 1645 par Bustamente, appliquée d'abord à Almaden, importée au Pérou, adoptée plus

d à Idria, et enfin en Californie, modifiée récemment de la ma-
re la plus heureuse en Carniole, cette méthode offre sur la
cédente les avantages qui caractérisent toujours les grandes
érations industrielles.

EXTRACTION DU MERCURE A ALMADEN.

L'appareil imaginé dès les premiers temps par Bustamente est,
jourd'hui encore, employé à Almaden, à Almadenejos, etc.;
èrement modifié, il sert également dans les mines si impor-
ntes de Huanca-Velica, au Pérou, etc.

Il comprend deux parties distinctes, l'appareil de grillage et
ppareil de condensation. L'appareil de grillage se compose

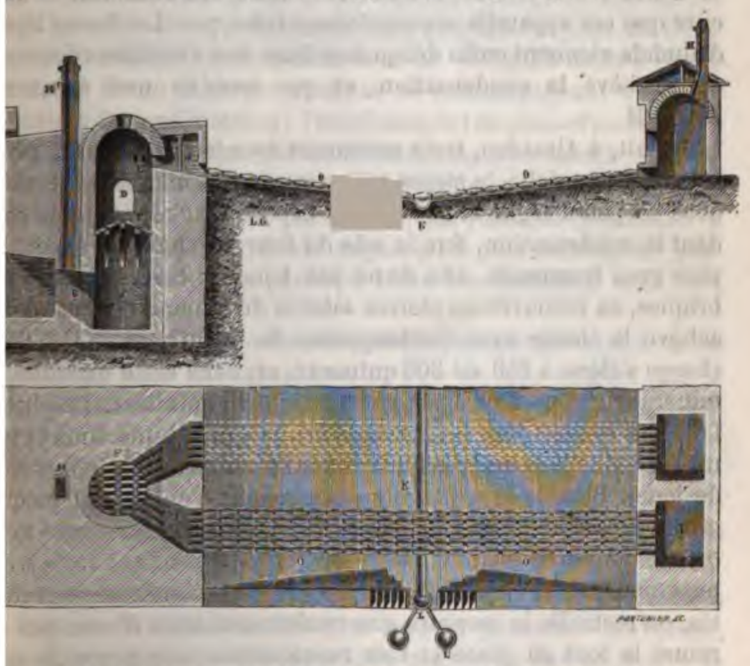


Fig. 452 et 453.— Fours d'Almaden pour l'extraction du mercure.

in cylindre CD en brique, de 8 mètres de hauteur sur 1m,30 de
mètre; il est coupé aux deux tiers de sa hauteur environ par une
ûte F portée par trois arceaux et percée d'ouvertures de manière
constituer une sole grillée. Un peu au-dessus de cette sole
uvre une porte D destinée à la charge du minerai, charge que
n peut achever par l'ouverture située au sommet et habi-

tuellement fermée par une plaque de fonte. L'espace C au-dessous de la voûte est le foyer; c'est là qu'au moyen de combustibles à longue flamme, fagots, etc., on produit la chaleur et l'appel d'air nécessaires au grillage du minerai au-dessus de F. En avant s'élève une cheminée H′, destinée à entraîner la plus grande partie de la fumée. A la partie supérieure, en E, le fourneau se divise en douze arches dont chacune correspond à une série OO d'allonges en terre emboîtées les unes dans les autres, désignées sous le nom d'*aludels* et constituant l'appareil de condensation. Ces aludels sont disposés à la suite les uns des autres sur une terrasse à double inclinaison, au milieu de laquelle est ménagée une rigole perpendiculaire à la direction des aludels, et destinée à recueillir le mercure que ces appareils peuvent laisser échapper. Les douze lignes d'aludels viennent enfin déboucher dans une chambre commune où s'achève la condensation et que termine une cheminée droite H.

On fait, à Almaden, trois catégories de minerai : le *gros*, généralement peu riche, le *moyen* et le *menu;* ce dernier est aggloméré avec un peu d'argile et avec la *suie* déposée dans les aludels pendant la condensation. Sur la sole du four, on charge d'abord les plus gros fragments, afin de ne pas boucher les interstices des briques, on recouvre ces pierres *solaires* du minerai moyen et l'on achève la charge avec des briquettes de menu aggloméré. Cette charge s'élève à 250 ou 300 quintaux, et, dans cette quantité, le minerai riche ne figure pas pour plus de 25 quintaux. La charge faite, les aludels sont lutés avec soin, puis on allume sous la sole un feu vif de bois ou de brindilles (au Pérou on emploie une sorte de jonc). Bientôt le grillage commence, on l'entretient en dirigeant convenablement le feu, et l'opération est terminée après quinze heures de chauffe. On laisse refroidir pendant trois jours, puis on démonte l'appareil. Les aludels sont soigneusement délutés, on recueille le mercure que renferme chacun d'eux, puis on remet le tout en place et l'on recommence une nouvelle opération.

Le mercure ainsi recueilli est, comme celui que fournit le procédé des Deux-Ponts, souillé d'une sorte de suie grisâtre renfermant une grande quantité de mercure très-divisé. Pour le purifier, on le fait écouler, en nappe aussi mince que possible, sur une chambre dont le plancher est incliné; le mercure seul s'écoule, les suies adhèrent au sol et sont recueillies pour être utilisées dans l'agglomération des menus avec de l'argile.

Les minerais d'Almaden fournissent, en moyenne, 10 pour 0 de leur poids de mercure.

EXTRACTION DU MERCURE A IDRIA.

Le principe sur lequel est basée l'extraction du mercure en arniole est le même que celui d'après lequel Bustamente a contruit l'appareil d'Almaden; mais les appareils dans lesquels il st exécuté sont différents. Il en est de trois sortes: les uns, offrant vec ceux d'Almaden de grandes analogies, présentent les mêmes nconvénients; les autres, désignés sous le nom de *flamofen*, et lont l'emploi ne remonte qu'à 1840, consistent en fours à réverère où le minerai grillé d'une manière continue fournit du nercure qui vient se condenser dans de vastes tuyaux en fonte rrosés d'eau; les derniers enfin sont de véritables fours à chaux narchant d'une manière continue et communiquant avec des hambres de condensation; l'établissement de ceux-ci ne date que le 1852. Tous ces appareils sont actuellement en marche à Idria, insi que nous l'apprend une remarquable étude de Ch. Huyot, ngénieur des mines, et parmi eux, les *flamofen* (fourneaux à lamme) semblent ceux dont l'emploi est le plus avantageux, surtout pour les minerais pauvres. Nous les décrirons tous trois successivement.

Anciens fours d'Idria.—Le minerai est d'abord trié comme celui d'Almaden, mais les dispositions mêmes du four exigent que le triage et la classification soient faites ici avec plus de soin que pour ce dernier; en résumé, on sépare le minerai en gros morceaux, et en morceaux de grosseur moyenne. Les parties pauvres tenant 1/2 pour 100 sont seules laissées à l'état de gros; les morceaux riches ne doivent jamais être plus gros que le poing.

Chaque four est formé d'un prisme quadrangulaire de 8 mètres de hauteur environ, terminé à sa base en pyramide renversée; c'est au sommet de cette pyramide renversée que se trouve la grille, sur laquelle on doit brûler du bois; ce four est partagé en trois compartiments f, F, g, par deux voûtes formées de briques laissant entre elles des interstices. Le compartiment supérieur g est en communication directe, au moyen d'un canal, avec les vastes chambres de condensation qui, ici, remplacent les aludels. Ces chambres sont rectangulaires; elles mesurent 9^{m},50 de hauteur sur 2^{m},50 et 3^{m},15 à la base; chacune d'elles porte deux ouvertures (une sur chaque paroi transversale) disposées l'une à

la partie inférieure, l'autre à la partie supérieure; de telle sorte que les vapeurs mercurielles, contrariées dans cette marche par un grand nombre d'ascensions et de descentes successives, se condensent plus rapidement. Le sol incliné de ces chambres

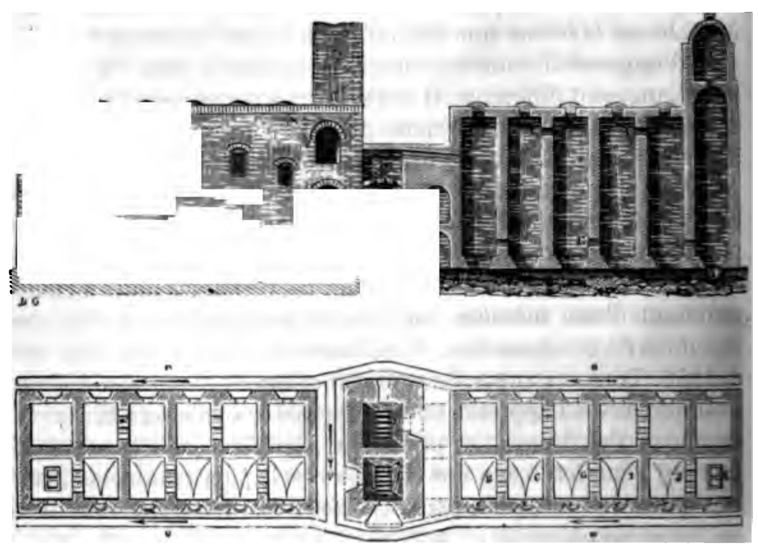


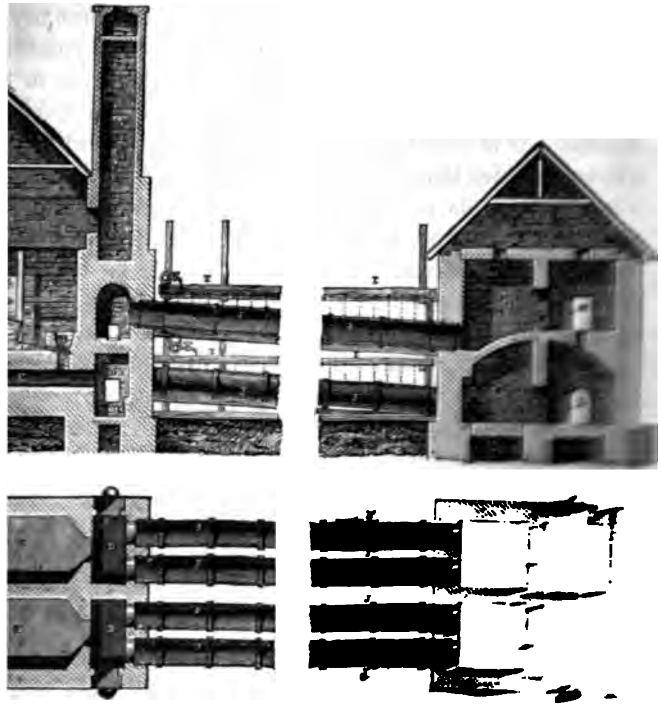
Fig. 454 et 455.— Anciens fours d'Idria pour l'extraction du mercure.

correspond avec des rigoles où s'écoule le métal, et la dernière d'entre elles porte une série de plans en bois, disposés en surplomb les uns au-dessus des autres et sur lesquels un courant d'eau froide ruisselle continuellement et active la condensation.

Sur la première voûte, on charge les morceaux les plus gros, en les arc-boutant les uns sur les autres; ces morceaux sont naturellement les plus pauvres; ils mesurent 4 à 5 décim. cubes chacun; par-dessus, on ajoute les minerais riches de grosseur moyenne, et, si leur richesse paraît trop considérable, on leur ajoute quelques fragments pauvres, afin d'éviter l'agglomération. Dans le compartiment *g*, on ne charge que des poussières; celles-ci sont constituées par les suies des chambres de condensation, les débris de fourneaux, un peu de menu, etc. Toutes ces matières sont placées préalablement dans des cazettes en terre cuite analogues à celles dont fait usage la fabrication de la porcelaine; ces cazettes sont disposées sur la seconde voûte, de manière à ne pas boucher

ices des briques. Lorsque le fourneau est ainsi préparé, ɛt on maçonne les portes de chargement, puis on met en ussant doucement d'abord pour laisser dégager l'humi- plus vigoureusement. La distillatiou dure trois jours; e ce temps, on met l'appareil hors feu; dans ce but, on portes du cendrier et des trois compartiments; on laisse :rois jours, après quoi l'on recommence une nouvelle . Le mercure est recueilli directement dans les bassins ion placés à la sortie de chaque chambre de conden-

flammes (*flamofen*).—Ces appareils présentent l'avantage ıtinus, et de permettre de griller directement les mine-



457.—Appareils à flamme d'Idria pour l...

lus menus. En outre, ils exigent ... de main-d'œuvre que celui qu...

mposent d'une sole E inclinée d... n foyer B placé en contre-bas et u...

on projette les résidus terreux après le grillage. Dans la voûte est percé un canal terminé en trémie B, fermé par un registre et servant à opérer le chargement du minerai que l'on a eu soin de disposer préalablement sur le plafond du four pour l'y laisser se dessécher par la chaleur perdue. A l'extrémité du four est une première chambre de condensation D dans laquelle s'emboîtent deux larges tuyaux en fonte J J parallèles et légèrement inclinés; ces tuyaux vont déboucher dans une chambre de condensation K; de là les vapeurs passent dans les chambres L, M, et enfin N; dans celle-ci s'emboîte un troisième tuyau J, exactement semblable aux premiers et incliné parallèlement à ceux-ci, disposition qui ramène dans la chambre N les portions de mercure condensées pendant le parcours des vapeurs dans ce troisième tuyau. Celui-ci enfin débouche dans une dernière chambre de condensation C, qui précède la cheminée H, par laquelle s'effectue le tirage. La condensation est d'ailleurs considérablement activée dans cet appareil par le courant d'eau froide que déversent constamment à la surface des tuyaux J les rigoles percées de trous I, I.

Quelques mots suffiront, après cette description, pour faire comprendre la marche de ces fours à flamme; le système étant en marche continue, et la grille chargée de combustible, on verse le minerai par la trémie sur la sole, le grillage commence aussitôt, un ouvrier l'active en brassant de temps en temps la matière avec un ringard, le mercure distillé se condense le long des tuyaux et dans les chambres; puis, lorsque l'opération est terminée, les gangues sont enlevées au ringard, jetées dans la cave A où les dernières traces de mercure se dégagent peu à peu, et l'on recommence une nouvelle distillation.

Fours Habner.—Les fours que l'on désigne sous ce nom, et dont l'emploi, à Idria, ne date que de 1852, sont de véritables fours continus, absolument semblables à ceux dont on fait usage pour la cuisson de la chaux; l'appareil de condensation est d'ailleurs sensiblement le même que celui dont nous avons donné la description dans le premier cas. Le four est cylindrique; il est fermé à la partie inférieure par une grille à barreaux mobiles; au-dessous de cette grille sont des rails sur lesquels des wagonnets peuvent venir se placer pour recueillir les résidus des opérations. A la partie supérieure, il porte une trémie qui le ferme, et par laquelle on opère le chargement; latéralement, il est muni d'un orifice facile à fermer au moyen d'un registre et communiquant avec les chambres de condensation.

Cet appareil est conduit de la manière suivante : lorsqu'on ıge le moment convenable, le four étant au rouge et en pleine ıarche, on ferme le registre conduisant aux chambres, on enlève s grilles, et on laisse tomber une quantité déterminée de gangues grillées dans le wagonnet qui les emporte; on replace les rilles, puis on charge, au moyen de la trémie, et par lits successifs, la quantité de combustible et de minerai correspondant à ı quantité de gangues enlevées; on ouvre alors le registre de ommunication, et la distillation un instant interrompue reprend mmédiatement. En général, cette addition doit être faite tous les inq quarts d'heure; on la renouvelle régulièrement de manière donner au fourneau une marche réellement continue.

Des trois genres de fours que nous venons de décrire, le four Iabner est celui dont les résultats sont les plus économiques, nais il est impropre au grillage des minerais fins; les gros morseaux seuls conviennent à sa marche; il doit donc avantageusenent remplacer les anciens fours d'Idria et d'Almaden, mais il ıe saurait remplacer les fours à flamme qui rendent, surtout pour e grillage des menus, de véritables services, et dont la marche st également plus économique que celle des fours de l'ancien ystème.

AIMÉ GIRARD.

CHAPITRE II.—BISMUTH.

I.—MINERAIS DE BISMUTH.

Le bismuth, quoique relativement peu abondant dans la nature, s'y trouve cependant disséminé dans un assez grand nombre de gisements. Le plus important de ses minerais est le bismuth natif, toujours imprégné dans des roches de quartz, et qui seul jusqu'ici donne lieu à une exploitation, fort simple d'ailleurs, puisqu'elle consiste uniquement en une liquation par laquelle on sépare le métal de sa gangue. La Saxe a eu jusqu'ici le monopole de la production du bismuth, et c'est aux usines de Schneeberg que sont dus presque exclusivement les 5,000 kil. de ce métal consommés par les arts. Cependant, le bismuth natif se rencontre en beaucoup d'autres contrées, et l'on ne peut douter que, grâ

l'importance actuelle de l'emploi de ses sels en thérapeutique, ces gisements ne soient bientôt exploités comme ceux de la Saxe. Les principaux de ces gisements se rencontrent en Bohême; à Bicber. dans le Hanau; à Wittichen, en Carinthie; en Suède, en Norvége; ce métal a été également signalé dans les mines de Redruth, et de Carruck, en Angleterre. Suivant Berzélius, il a été trouvé en grandes quantités vers 1770, mais perdu depuis à Gregersklack, près du Bispberg, etc. D'autres minéraux peuvent encore fournir le bismuth; à côté du métal natif, mais moins abondant, vient se placer le sulfure qui se rencontre, dans le Cornwall; à Giellebeck. en Norvége, à Talca, au Chili ou à Riddarhytan, en Suède, etc. Enfin, sans tenir compte de l'oxyde, du carbonate et du silicate de bismuth, qui accompagnent souvent ce métal dans les minerais de Schneeberg, nous ajouterons que le bismuth figure pour une proportion notable dans certaines pyrites cuivro-plombifères, comme celles de Klutscheffssky, près Beresof (Sibérie) ou de Schapbach (Furstenberg), et qu'en somme, en présence d'une dissémination aussi considérable, la production de ce métal ne peut manquer de se généraliser et de grandir au fur et à mesure des besoins.

II.—EXTRACTION DU BISMUTH.—LIQUATION.

Ainsi que nous l'avons dit plus haut, le bismuth natif est le seul minerai de ce métal qui ait jusqu'ici donné lieu à des exploitations sérieuses. Son traitement a lieu à l'usine de Schneeberg (Saxe), dans des cylindres en fonte C de 1m,80 de longueur sur 0m,25 de diamètre, inclinés d'avant en arrière et disposés parallèlement dans un fourneau carré. L'arrière de chacun de ces cylindres, c'est-à-dire l'orifice par lequel s'exécute la charge, est fermé par un disque mobile en fonte; l'avant porte un disque en argile dans lequel une échancrure est réservée à la partie



Fig. 458. — Appareil de Schneeberg pour l'extraction du bismuth.

ieure; au-dessous de cette échancrure est disposé un petit ı de réception I. A l'arrière s'étend, parallèlement à l'axe,

[redacted]

bâche J remplie d'eau, dans laquelle on projette les résidus ·és des cylindres après chaque opération. Le four est muni ı foyer F à chacune de ses extrémités, de telle sorte que les ımes s'échappant par le milieu chauffent également tous les ndres.

e minerai concassé à la grosseur d'une noisette est trié, orté près du four, et jeté à la pelle dans les cylindres dont a enlevé le disque d'arrière; chacun d'eux peut recevoir en-ɔn 25 kilogr. de minerai; la charge doit être disposée de telle te qu'elle ne remplisse que le quart de la capacité des cylin-s; cette précaution est nécessaire pour permettre à l'ouvrier de sser la masse au moyen d'un ringard introduit par l'arrière. ppareil restant toujours en marche continue, le bismuth ren-ıtre de suite une chaleur suffisante pour entrer en fusion; ısi, quelques minutes après l'introduction de la charge, com-ınce-t-il à couler à l'avant des cylindres et vient-il se rendre ns les bassins de réception. Lorsque l'opération est terminée, ce i n'exige généralement pas plus d'une demi-heure; on enlève ı résidus, on les fait tomber dans le canal J, et l'on introduit vement une nouvelle charge. Le métal recueilli dans les bassins : réception est ensuite purifié par une fonte, en présence d'une ıantité de salpêtre proportionnée à celle des impuretés qui le ouillent, puis, après ce raffinage, coulé dans des bassines en nte pour être livré au commerce, sous la forme de pains.

AIMÉ GIRARD.

CHAPITRE III. — NICKEL ET COBALT.

I. — MINERAIS DE NICKEL ET DE COBALT.

Des deux corps qui font le sujet de ce chapitre, l'un seulement est employé à l'état métallique, c'est le nickel; quant au cobalt, les arts n'ont point, jusqu'ici, cherché à tirer parti des propriétés qu'il possède sous cette forme, ou qu'il pourrait communiquer à d'autres métaux en s'alliant avec eux. Aussi les beaux lingots de cobalt fondus présentés à l'exposition universelle de 1862, par MM. Evans et Askin, de Birmingham, doivent-ils être, jusqu'à nouvel ordre du moins, considérés comme une curiosité scientifique

plutôt que comme un produit vraiment industriel. Cependant l'extraction du cobalt renfermé dans certains minerais est la base d'une industrie considérable, et le traitement du cobalt arsénical, du cobalt gris, etc., donne lieu, en diverses contrées, à des exploitations importantes. Mais ce n'est point l'extraction du métal que se propose alors le chimiste; son but est de produire une matière colorée, le bleu de cobalt ou azur, formée par la dissolution de l'oxyde de cobalt dans un verre à base de potasse. (Voy. *Couleurs*, COU.)

C'est donc de l'extraction du nickel que nous devons exclusivement nous occuper, et si, en tête de ce chapitre, nous avons réuni ces deux métaux, c'est que, la nature nous les présentant constamment l'un près de l'autre, il est impossible de s'occuper de la préparation du nickel sans songer à le séparer du cobalt qui l'accompagne presque toujours.

Trois sortes de minerais concourent aujourd'hui à fournir le nickel que les arts utilisent pour les divers alliages connus sous les noms d'*argent allemand* (*german silver*), de *maillechort*, de *packfoug*, d'*electrum*, etc.; de ces trois minerais, l'un peut être considéré comme un minerai artificiel, c'est le *speiss*.

On désigne sous le nom de speiss le résidu laissé par la préparation de l'azur. Pour obtenir cette belle matière colorée, le minerai de cobalt, toujours mélangé de métaux étrangers, parmi lesquels figure le nickel, est d'abord soumis à un grillage imparfait, au moyen duquel on cherche à oxyder le cobalt seul, tout en n'enlevant qu'une partie de l'arsenic. Lorsque la matière ainsi grillée est ensuite soumise, dans les pots de verrerie, à l'action dissolvante du silicate de potasse, les métaux autres que le cobalt, combinés avec l'arsenic, se précipitent à la partie inférieure, sous forme d'une poudre lourde et cristalline, d'aspect métallique, à laquelle on donne le nom de speiss, et dans laquelle se sont concentrés le nickel, le cuivre, etc., du minerai primitif.

Le *kupfernickel* ou *nickeline* (nickel arsénical) est le deuxième minerai dont les arts font usage pour l'extraction du nickel. Composé essentiellement d'arsenic et de nickel, renfermant en moyenne de 40 à 55 pour 100 de ce métal, le kupfernickel forme des gisements assez abondants dans plusieurs localités de la Saxe (Schneeberg, Marienberg, Freyberg, etc.); à Allemont, en Dauphiné, dans le Cornwall, etc.

Jusqu'à une époque assez rapprochée, les substances précédentes étaient seules employées à la production du nickel, mai

depuis dix ans environ, une forte proportion de ce métal est fournie par des pyrites de fer magnétique qui en renferment de 3 à 5 pour 100, et dont les principaux gisements sont en Suède, en Écosse, à Dillenbourg dans le Hanau, et à Varallo dans le Piémont.

Un assez grand nombre de méthodes peuvent être, et sont en réalité mises en usage par les métallurgistes pour l'extraction du nickel et la séparation de ce métal et du cobalt ; nous passerons rapidement en revue les plus importantes.

II. — TRAITEMENT DU SPEISS ET DU KUPFERNICKEL.

Procédé de Berthier. — On doit à Berthier plusieurs procédés de traitement des arséniures de nickel. Le plus simple consiste à soumettre d'abord ces arséniures au grillage en les additionnant de temps en temps de charbon, de manière à réduire l'acide arsénique. La matière grillée est ensuite dissoute dans l'eau régale, la solution évaporée à sec et le résidu repris par l'eau ; à la liqueur filtrée, on ajoute un grand excès de perchlorure de fer, puis on y verse, peu à peu et avec précaution, une solution de carbonate de soude. Ce réactif fournit d'abord un précipité blanc jaunâtre d'arséniate de peroxyde de fer, puis un précipité rouge, formé de tout l'hydrate de peroxyde provenant du perchlorure employé en excès. La solution ne renferme plus alors que du cobalt et du nickel ; on renouvelle l'addition du carbonate de soude, en la continuant tant qu'il se forme un précipité rose de carbonate de cobalt; aussitôt qu'à la place de celui-ci apparaît un précipité verdâtre, on sépare, par le filtre, le sel cobaltique insoluble, puis on opère dans la liqueur filtrée la précipitation du nickel, soit au moyen du carbonate de soude, soit au moyen d'un lait de chaux. On obtient ainsi soit du carbonate, soit de l'oxyde de nickel que l'on abandonne à la dessiccation spontanée.

Procédé de M. Wöhler. — Ce procédé, qui dans la pratique fournit d'excellents résultats, est basé sur la solubilité du sulfure d'arsenic dans les sulfures alcalins. Son emploi est surtout avantageux pour le traitement des arséniures de nickel purs, tels que le kupfernickel ou les speiss enrichis par une fusion préalable avec la litharge. Dans ce dernier cas, les métaux étrangers brûlés par l'oxyde de plomb ont dû être éliminés et entraînés dans la scorie surnageant le culot d'arséniure de nickel.

Pour appliquer le procédé de M. Wöhler, on fait un mélange

d'une partie d'arséniure pulvérisé finement, de trois parties de carbonate de potasse et de trois parties de soufre. Ce mélange, introduit dans un creuset de terre aussi réfractaire que possible, est chauffé peu à peu jusqu'au rouge. La masse fondue, refroidie, est concassée et traitée par l'eau bouillante; l'arsenic et l'antimoine, transformés en sulfures, se dissolvent dans le sulfure alcalin, et il reste, à l'état insoluble et cristallin, un mélange de sulfures de nickel, de fer et de cuivre. Ce résidu, bien lavé, est redissous dans un mélange d'acides sulfurique et nitrique; la solution renfermant le mélange des métaux est traitée d'abord par le carbonate de soude qui précipite le fer, puis par l'hydrogène sulfuré qui sépare le cuivre; elle ne contient plus alors que du cobalt et du nickel que l'on peut séparer par le procédé précédent.

Procédé suivi à Birmingham. — Le speiss est d'abord fondu avec un mélange de chaux et de spath-fluor; le résidu métallique est pulvérisé et grillé pendant douze heures; la matière grillée est dissoute dans l'acide chlorhydrique, et traitée par le chlorure de chaux qui fait passer le fer au maximum. On ajoute ensuite avec précaution un lait de chaux qui précipite ce métal à l'état de peroxyde combiné avec les dernières portions d'acide arsénique. La liqueur filtrée est débarrassée du cuivre au moyen de l'hydrogène sulfuré; on la traite alors de nouveau par le chlorure de chaux; le cobalt se dépose à l'état de sesquioxyde, puis, au moyen d'un lait de chaux, ou mieux de l'eau de chaux, on précipite tout le nickel à l'état d'oxyde vert hydraté.

III. — TRAITEMENT DES PYRITES MAGNÉTIQUES NICKELIFÈRES.

L'extraction du nickel contenu dans ces pyrites peut avoir lieu soit entièrement par la voie sèche, soit par un procédé mixte.

Le procédé par la voie sèche ne donne jamais un produit pur; il consiste à soumettre les pyrites nickelifères à des grillages et des fusions successifs, de manière à séparer le fer, autant que possible à l'état de scories, et à obtenir une matte sulfureuse de plus en plus riche en nickel. Lorsque l'enrichissement est jugé suffisant, cette matte est soumise à un dernier grillage, et l'oxyde obtenu est réduit par le charbon de bois.

Les grillages, qui durent plusieurs mois, ont toujours lieu en tas; ils sont conduits assez lentement. Les pyrites ainsi partiellement oxydées sont fondues dans de petits fours à cuve, où l'on

[redacted]

des matières siliceuses pour scorifier la plus grande partie ; la matte sulfureuse produite par cette fusion est pulvé- puis grillée en tas de nouveau. Après trois ou quatre trai- its semblables, la matière a atteint une richesse de 50 à 60 100 de nickel. Si elle doit être traitée entièrement par la voie , on renouvelle la même opération jusqu'à ce que la matte nferme presque plus que du sulfure de nickel; mais, on le oit, il est à peu près impossible d'isoler de cette manière les ières portions de cuivre et de fer.

ns le procédé mixte, les pyrites enrichies à 50 pour 100 par ges et fusions successifs, sont grillées une dernière fois, puis ises à l'action des acides et traitées de manière à séparer les rents métaux qu'elles renferment.

opération peut être conduite par l'un quelconque des procé- xposés plus haut; elle est pratiquée de la manière suivante l'usine qui, établie à Liége, fournit au gouvernement belge ckel dont il fait usage pour sa monnaie de billon. La matte ée est dissoute, dans de petites bombonnes en grès, au moyen acide chlorhydrique; la solution étendue d'eau est traitée par aux qui sépare le peroxyde de fer. Dans la liqueur filtrée, on ite des feuilles de tôle qui précipitent le cuivre à l'état métal- e, puis on procède à l'addition d'un nouveau lait de chaux transforme en oxyde insoluble le fer dont la précipitation du re avait produit la dissolution. Cette nouvelle quantité de lait de ux ne doit être ajoutée que peu à peu et avec précaution, car doit toujours craindre d'entraîner avec l'oxyde de fer une aine quantité d'oxyde de nickel. Enfin celui-ci est, après la aration complète du cuivre et du fer, précipité au moyen de u de chaux.

n peut également séparer le fer, en dernier lieu, en le préci- nt au moyen de la craie pulvérisée qui n'agit en aucune façon les sels solubles de nickel.

IV. — PRÉPARATION DU NICKEL ET DU COBALT MÉTALLIQUES.

Le nickel est livré au commerce soit sous forme de gru- aux, ainsi que le produisent les usines anglaises, soit sous me de cubes, soit enfin sous forme de lingots fondus.

Quel qu'ait été le mode d'extraction employé, le nickel se pré- nte toujours, à la fin des opérations, sous la forme de carbonate

ou d'oxyde hydratés très-volumineux. On lave soigneusement le précipité, puis on l'étale sur des filtres où sa dessiccation est commencée à l'air libre et terminée à l'étuve. On le sépare ensuite, soit en petits fragments irréguliers, soit en petits cubes que l'on découpe en leur donnant environ 2 centimètres de côté.

La réduction à l'état métallique a lieu par cémentation; on se sert pour cela de cylindres verticaux en terre réfractaire, placés dans un fourneau dont la flamme les entoure de tous côtés. Ces cylindres, ouverts à la partie supérieure, se terminent inférieurement en un tronc de cône dont la petite base est située audessous de la grille et sert au défournement. On jette par le haut du cylindre les grumeaux ou les cubes d'oxyde qui, par la dessiccation, ont acquis une certaine cohérence, en les mélangeant de poussier de charbon de bois; puis on chauffe fortement. Sous l'influence de l'oxyde de carbone, l'oxyde de nickel se réduit, en conservant au métal la forme de grumeaux ou de cubes qu'il possédait d'abord. De temps en temps, on fait tomber par l'orifice inférieur une portion du métal réduit, et l'on introduit par la partie supérieure, une charge nouvelle, de telle sorte que l'opération présente une sorte de continuité.

La réduction de l'oxyde de cobalt, qui n'a lieu que dans des cas fort rares, peut être conduite de la même manière.

Quant aux lingots de nickel ou de cobalt fondus, ils sont obtenus en soumettant aux températures les plus élevées du feu de forge les métaux ainsi réduits.

AIMÉ GIRARD.

CHAPITRE IV.—ALUMINIUM.

L'espace manquerait ici pour faire un historique complet de l'aluminium, et pour pouvoir signaler autrement que par une sèche nomenclature les travaux de tous ceux qui, directement ou indirectement, de près ou de loin, ont contribué à l'introduction dans l'industrie de ce nouveau métal[1]. Néanmoins il est un nom qu'on ne peut s'empêcher de citer quand on parle de l'aluminium, c'est celui du chimiste de Göttingen, de M. Wöhler, nom

[1] *De l'aluminium, de ses propriétés, etc.*, par H. Sainte-Claire-Deville. Chez Mallet-Bachelier.

déjà illustre à tant d'autres titres. Dès 1827, l'aluminium était isolé par lui au moyen de la même réaction qui sert de base au procédé que nous considérons aujourd'hui comme le meilleur à suivre. Les détails ont changé, mais le fond est resté le même, et, en définitive, la première part d'honneur doit être reportée à celui qui, par cettte brillante découverte scientifique, a tracé la route à suivre.

L'alumine, on le sait, a résisté à tous les agents de réduction directe ; il est resté impossible de lui enlever son oxygène, sans faire entrer en même temps l'aluminium dans une autre combinaison. Pour la métallurgie de l'aluminium, l'alumine n'est donc pas un minerai, ou, si c'en est un, on ne connaît pas son réducteur.

Mais si l'aluminium combiné à l'oxygène ne peut pas être isolé directement, il n'en est plus de même lorsqu'il est uni à certains autres métalloïdes, par exemple au chlore. Quelle que soit, en effet, l'affinité du chlore pour l'aluminium, elle est encore plus grande pour les métaux alcalins, tels que le potassium et le sodium, et, à l'aide de la chaleur, chacun de ces métaux isole l'aluminium avec facilité, en décomposant son chlorure.

Nous devons donc exposer le mode de fabrication du minerai, c'est-à-dire du chlorure d'aluminium, puis du réducteur, c'est-à-dire du sodium. Enfin il restera à décrire le moyen employé pour la réaction finale qui produit l'aluminium.

Cependant, pour fabriquer du chlorure d'aluminium, il faut de l'alumine, et cette matière première, si abondante dans la nature, ne s'y trouve pas dans un état convenable pour être employée sans préparation. C'est cette préparation qui nous occupera d'abord.

PRÉPARATION DE L'ALUMINE.

L'alumine provenant de la calcination de l'alun ammoniacal a été, jusqu'en 1860, employée à la fabrication du chlorure d'aluminium. Pendant cette opération, qui se fait dans un four à reverbère, l'alun fond d'abord dans son eau de cristallisation, cette eau s'évapore, puis le sulfate d'ammoniaque disparaît, et enfin le sulfate d'alumine se décompose. Il faut une température élevée pour obtenir l'expulsion des éléments volatils de l'alun, et encore est-il presque impossible d'obtenir industriellement de l'alumine complétement exempte de sulfate. Certains aluns à base d'ammo-

niaque contiennent du sulfate de potasse qui reste indécomposé, et alors l'alumine calcinée, au lieu d'être légère et très-friable, est compacte et difficile à diviser. Quand le sulfate qui reste ainsi indécomposé dans l'alumine est en faible quantité, sa présence n'a pas d'inconvénient sérieux pour la production du chlorure d'aluminium. Mais s'il restait trop de sulfate lors du passage du chlore, il se produirait du chlorure de soufre susceptible de former avec le chlorure d'aluminium un composé défini. Ce serait, lors de la réduction du chlorure, une cause de consommation inutile de sodium.

On pourrait obtenir également l'alumine au moyen de la calcination du sulfate d'alumine ; mais ce produit contient toujours trop de fer, et ne fournirait, en fin de compte, qu'un aluminium de mauvaise qualité. Pour avoir une alumine suffisamment pure, il faut même avoir recours à l'alun épuré. En Angleterre, où les produits à base d'alumine, aluns ou sulfates simples, sont tous plus ou moins ferrugineux, il est presque impossible d'avoir un produit convenable par la calcination de ces sels.

On a essayé, dans une usine établie à Nanterre, d'employer pour la fabrication du chlorure l'alumine provenant de la cryolithe. On sait que la cryolithe (fluorure double de sodium et d'aluminium), traitée par la chaux en présence de l'eau, donne, d'une part, comme produit insoluble, du fluorure de calcium, et d'autre part, comme produits solubles, de l'aluminate de soude avec un excès de soude caustique. En traitant les liqueurs par l'acide carbonique, on obtient du carbonate de soude, et de l'alumine qui se précipite. Mais cette alumine, très-dense et peu friable, même après sa calcination, s'attaque mal par le chlore et donne toujours de mauvais rendements en chlorure. En outre, elle contient des quantités assez considérables de phosphates, au point que si on chauffe un certain temps le mélange dans la cornue avant d'y envoyer le chlore, on voit sortir par le tube abducteur des vapeurs abondantes de phosphore. Le chlorure, dans ce cas, retient toujours du phosphore, qui se retrouve jusque dans l'aluminium. Au reste, l'aluminium fabriqué au moyen de la réduction de la cryolithe par le sodium contient des quantités très-appréciables de phosphore.

Aujourd'hui, et depuis plus de deux ans, l'alumine est prise à une tout autre source que l'alun, le sulfate d'alumine et la cryolithe.

En 1821, Berthier avait analysé un minerai de fer provenant du

[redacted]

village des Baux, près de Tarascon, et l'avait trouvé exempt de silice, pauvre en fer et très-riche en alumine. Cette observation, consignée dans le *Journal des Mines*, était passée inaperçue, et n'avait pas empêché toutes les forges du Midi d'essayer, à tour de rôle, ce minerai extraréfractaire, tout à fait impropre à faire des gueuses.

En 1858, ce minerai fut étudié à nouveau, et il fut reconnu très-propre, en raison de sa composition, à la fabrication d'un alumine exempt de fer. Très-facilement attaquable par la soude caustique à l'état de solution concentrée, ou par la voix sèche et au four à réverbère, par le carbonate de soude, il donne par la lixivation une solution d'aluminate de soude, dans laquelle ce sel possède une composition constante, représentée par la formule $2Al^2O^3,3NaO$. Ce sel, qu'on peut obtenir par évaporation et dessiccation à l'état anhydre, ne peut pas contenir de fer à l'état soluble, par suite de la nature du dissolvant de l'alumine.

Dans une dissolution d'aluminate de soude, l'alumine se précipite par les acides carbonique, sulfhydrique, chlorhydrique, ou tout autre. C'est à l'acide carbonique qu'on a recours de préférence, attendu que, par ce mode de précipitation, on reconstitue du carbonate de soude, et qu'il n'y a de pertes que celles inséparable de toute manipulation.

L'alumine ainsi obtenue, lavée et calcinée, est très-propre à la fabrication du chlorure d'aluminium, et elle donne du métal d'une excellente qualité. Elle présente sur l'alumine de l'alun, outre sa plus grande pureté, l'avantage de coûter trois à quatre fois moins cher.

FABRICATION DU CHLORURE DOUBLE D'ALUMINIUM ET DE SODIUM.

Le chlorure double d'aluminium et de sodium est un produit bien défini, renfermant un équivalent de chlorure d'aluminium et un équivalent de sel marin. Il se présente sous la forme d'une masse solide couleur de soufre, assez fragile et facilement pulvérisable, laissant voir dans sa cassure une cristallisation en longues aiguilles. Il fond à 200 degrés environ en devenant très-fluide, et ne se volatise qu'à la température rouge. Il est peu altérable à l'air, lorsqu'il est en masses compactes, et, sous ce rapport, il est plus facile à manier et à conserver que le chlorure simple.

On peut le préparer en chauffant ensemble du chlorure simple d'aluminium et du sel marin bien desséché.

Dans l'origine, c'est de cette manière qu'on préparait le chlo-

rure double. Plus tard, on a reconnu qu'il y aurait avantage à éviter toute manipulation du chlorure simple isolé, et on a fait arriver les vapeurs de ce chlorure, au sortir de l'appareil de production, dans une capacité contenant du sel marin, et chauffée à la température de fusion du chlorure double. La combinaison s'effectuait bien, mais les appareils étaient sujets à engorgement, et, par conséquent, le procédé était peu pratique. On est arrivé alors à produire du premier coup le chlorure double, en faisant agir le chlore sur un mélange d'alumine et de charbon additionné de sel marin. C'est le procédé encore actuellement en usage.

Voici comment on opère. On mélange d'abord intimement, à sec, l'alumine, le charbon de bois et le sel marin. On ajoute peu à peu de l'eau, en continuant à mélanger, jusqu'à ce qu'en comprimant les matières avec la main elles restent agglomérées. On peut alors en confectionner des boulettes de la grosseur du poing, ou un peu plus, qu'on met sécher dans une étuve. Après leur dessiccation, qui n'a pas besoin d'être absolue, ces boulettes conservent encore assez de solidité pour pouvoir être brisées en gros fragments sans tomber en poussière.

Le *mélange* (c'est le nom qu'on donne à cette préparation) est introduit dans des cornues où il doit être soumis à l'action du chlore. Ces cornues A, en terre réfractaire de bonne qualité, doivent être faites avec des soins spéciaux, pour résister à la fois à des changements de température qu'elles éprouvent pendant le travail, et à l'action éminemment destructive du sel marin. Elles sont de forme cylindrique, d'environ 18 centimètres de diamètre intérieur, sur une hauteur de 1 mètre 25 centimètres. Elles sont fermées par un bout et munies de deux tubulures situées latéralement près des deux extrémités. Chaque cornue est placée verticalement dans un fourreau en briques réfractaires, assez large pour qu'entre la cornue et les parois du fourreau il y ait passage pour la flamme, qui entre par le haut et sort par le bas pour se rendre dans la traînée I d'une grande cheminée. L'ensemble du four à chlorure se compose donc d'un foyer, alimenté à la houille, et du fourreau vertical, dont les parois sont amincies et composées de briques mobiles aux deux endroits qui correspondent aux deux tubulures B et D de la cornue. Ces tubulures sont munies de tubes en grès réfractaire lutés avec soin. La partie supérieure de la cornue, qui est ouverte, vient affleurer le dessus du four. On la bouche, pendant la marche, avec un grand couvercle à creuset dont on ferme le joint avec un peu de lut.

[redacted]

Au tube inférieur B′ de la cornue, on adapte et on lute l'extrémité d'un tuyau de plomb C qui communique avec un appareil à chlore; le tube du haut DD′ sert au dégagement du chlorure double. L'appareil de condensation du chlorure est très-simple. Il se compose

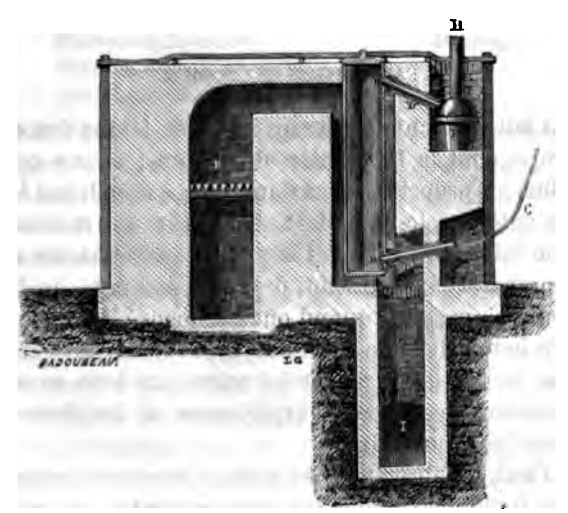


Fig. 459.— Four pour la production du chlorure double d'aluminium et de sodium.

d'un pot en terre cuite E, de la forme d'un grand pot à fleurs. On le recouvre par un dôme hémisphérique également en terre cuite, percé de deux trous, l'un latéral, dans lequel vient s'engager le tube à dégagement, l'autre au sommet, sur lequel on adapte le raccord R d'un tuyau en poterie destiné à porter dans la cheminée les gaz produits par la réaction, et les vapeurs entraînées par ces gaz.

Les choses étant ainsi disposées, et le mélange étant porté dans la cornue à une température convenable, on fait arriver le chlore, et bientôt la réaction commence. Le chlorure simple se forme, se combine au sel marin, et le chlorure double produit se volatilise et s'échappe par le tube supérieur. Dans ce tube, qui est plus froid que la cornue, les vapeurs se condensent, et c'est à l'état liquide que le chlorure double arrive, en coulant goutte à goutte, dans le récipient décrit plus haut.

On conçoit que la marche d'un semblable appareil doive être continue. C'est ce qui a lieu, en effet, et un four à chlorure marche jusqu'à ce que la cornue soit hors de service. On fait deux

charges de mélange par vingt-quatre heures, et si les proportio
de ce mélange sont convenables, il ne reste aucun résidu dans
cornue, même après plusieurs jours de marche. Avant d'ét
employé, le chlorure double est refondu et maintenu en fusi
pendant un certain temps, dans des vases en fonte émaillée.

FABRICATION DU SODIUM.

On s'est fait pendant longtemps une idée fausse des difficult
qui accompagnent la fabrication du sodium; on ne connaiss
pas non plus les propriétés si curieuses de ce métal, qui le rende
bien plus apte que le potassium à devenir une matière indu
trielle. Son faible équivalent et le prix du carbonate de soude q
sert à le préparer auraient dû, depuis longtemps, le faire pr
férer au potassium; mais quand ont commencé les travaux sur
production industrielle de l'aluminium, la valeur du sodium ét
à peu près double de la valeur du potassium dont on se serv
alors exclusivement pour les expériences et les recherches
chimie dans les laboratoires.

Aujourd'hui, la fabrication du sodium est devenue une opér
tion, sinon facile pour une main inexpérimentée, au moins trè
courante, industriellement parlant. Il suffit, pour confirmer cet
assertion, de dire que ce métal, en quelques années, est tombé
plus de 2,000 francs à 15 francs le kilogramme, prix de vente
petites quantités.

La méthode employée aujourd'hui, découverte jadis par M. Br
ner, est basée sur la réaction du charbon sur les carbonates a
calins. Mais, s'il est aisé de produire du sodium en chauffant, à un
température suffisamment élevée, un mélange de charbon et d
carbonate de soude, la difficulté est de recueillir le produit. A ce
égard, les travaux de MM. Donny et Mareska ont fait connaîtr
les vrais principes qui peuvent guider dans la construction de
appareils de condensation. Ce sont eux, en effet, qui ont constat
ce fait que le potassium et le sodium s'oxydent en présence et au
dépens de l'oxyde de carbone au milieu duquel ils se forment, si l
température n'est pas très-basse ou très-élevée, et surtout quan
ces métaux, disséminés en globules très-petits, présentent un
large surface à l'action destructive du gaz. La condition du succ
était donc, en grande partie, dans la construction d'un récipie
qui pût condenser rapidement les vapeurs métalliques pour l
soustraire à la destruction. Le récipient de MM. Donny et Maresk

légèrement modifié dans sa construction et dans son emploi, est encore seul usité.

Les matières qui constituent le mélange sont le carbonate de soude, la houille et la craie. Voici une formule qui donne de bons résultats :

Carbonate de soude...............	40 kilogr.
Houille...........................	18
Craie.............................	7

Ces matières doivent être pulvérisées et bien mélangées. Le mélange peut être introduit tel quel dans les appareils où il doit fournir le sodium, ou être calciné préalablement en vases clos. Par suite de cette calcination, il occupe moins de volume, ce qui est une bonne condition.

La craie a un double rôle dans l'opération; d'abord elle maintient le mélange à l'état pâteux, sans lui laisser prendre trop de fluidité; si le mélange était trop liquide, le dégagement des gaz y manifesterait une sorte d'ébullition qui occasionnerait des projections hors de l'appareil. En outre, à la température de la réaction, la craie perd son acide carbonique, qui vient s'ajouter à l'oxyde de carbone pour faciliter la sortie des vapeurs de sodium.

Les vases dans lesquels on opère la réduction du sodium doivent être nécessairement, jusqu'à présent au moins, en fer. Il va sans dire qu'aucune argile réfractaire employée dans les arts ne saurait résister à l'action de la soude et du sodium lui-même. Les vases de fonte ne sauraient être employés, parce qu'ils entrent en fusion juste au moment où le sodium commence à se dégager. Les vases adoptés à Nanterre pendant trois ans et demi, et depuis cette époque dans l'usine d'Alais, sont des cylindres en tôle rivés avec soin, et fermés à leurs deux extrémités par des bouchons de fonte. L'un des bouchons est percé d'un trou auquel on adapte un tube court en fer étiré qui sert de raccord avec le récipient.

Deux cylindres semblables B sont placés ensemble au-dessus de la flamme d'un foyer à la houille, assez près de la voûte du foyer pour que la flamme les enveloppe dans toute leur superficie. Les cylindres reposent par leurs extrémités dans des ouvertures circulaires pratiquées dans les briques minces qui forment seules en cet endroit la paroi du four, de telle sorte que les bouchons de fonte se trouvent au dehors, à l'abri du contact de la flamme.

Les cylindres, assez peu pesants pour qu'un homme puisse les manœuvrer aisément, sont chargés avant d'être introduits dans le fourneau par les ouvertures circulaires. Aussitôt qu'ils sont en

place, le dégagement du gaz de la houille commence, et peu a
les gaz dégagés prennent un éclat qui annonce la présenc

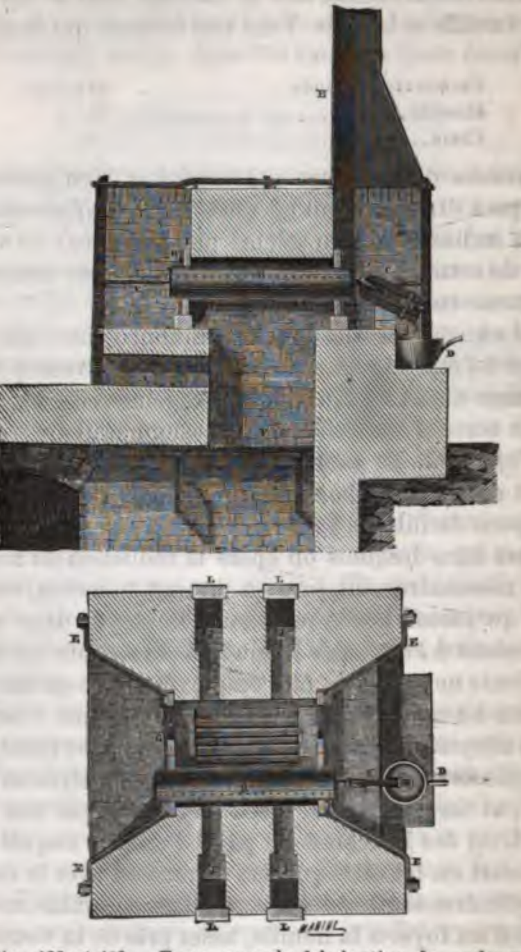


Fig. 460 et 461.—Fours pour la fabrication du sodium.

sodium en combustion. Alors on ajuste le récipient. Cet app
très-simple C se compose de deux plaques de tôle épaisse c
fonte, dont l'une est pourvue de deux rebords dans le sens
longueur, de telle sorte qu'en appliquant ces deux plaques
sur l'autre, elles laissent entre elles un intervalle de 4 à 5 r
mètres. L'une des extrémités de cette sorte de boîte plate
ouverte; à l'autre extrémité, les deux plaques se resserrer

[redacted]

'allongeant, de manière à former une tubulure. Cette tubulure ient s'emboîter sur le petit tube de fer implanté dans le bou:hon du cylindre. Les deux plaques sont maintenues l'une contre l'autre au moyen de brides en fer mobiles, ou de vis de pression. On peut placer le récipient sur son plat et bien horizontal. Alors le sodium qui s'y condense y reste, et, quand le récipient est plein, on le remplace et on le met à part pour le laisser refroidir. Après le refroidissement, on l'ouvre pour en extraire, au moyen d'un ciseau de fer à long manche, les plaques de sodium qu'on plonge dans l'huile lourde de schiste.

Il paraît préférable de placer le récipient dans un plan vertical et un peu incliné en avant. On le maintient dans cette position avec un petit chevalet de fer qu'on pose sur une rangée de briques qui font saillie en avant du fourneau, et au-dessous on dispose une casserole en fonte D contenant de l'huile de schiste. Avec cette disposition du récipient, le sodium, à mesure qu'il se condense, s'écoule et vient tomber dans l'huile qui s'échauffe bientôt assez pour que le métal y reste liquide et se réunisse souvent en une seule masse. Dans l'un comme dans l'autre cas, on tient en permanence, dans le récipient, un fil de fer qui le traverse dans toute sa longueur et va s'engager dans le tube de jonction. De temps en temps on agite ce fil de fer pour éviter les obstructions.

Le sodium ainsi obtenu est refondu pour être réuni en masses bien homogènes, et exemptes des diverses crasses ou impuretés qui le souillent. Cette refonte s'opère dans une casserole en fer battu, sur un feu doux, avec un peu d'huile de schiste. Avec une écumoire on enlève aisément les impuretés, et on coule le sodium dans des lingotières en fonte ou en tôle.

Autrefois, on conservait le potassium et le sodium dans l'huile de naphte. Cette huile ne se trouve plus dans le commerce, et d'ailleurs le prix en était ou en serait encore trop élevé. On a eu recours aux huiles lourdes de schiste qui sont, en tous les cas, fort utiles pour les manipulations du métal, mais qui ne le conservent qu'imparfaitement. Beaucoup de ces huiles contiennent encore de l'acide sulfurique employé à leur purification, et, dans ce cas, elles détruisent le sodium très-rapidement. Les huiles lourdes de houille sont assez denses pour que le sodium y surnage; en outre elles l'attaquent énergiquement. On a eu occasion, tout récemment, d'essayer de ces huiles de pétrole importées d'Amérique, et on a trouvé qu'elles avaient très-peu d'action sur le sodium. Le meilleur mode de conservation consiste à tremper

simplement les lingots dans l'huile lourde de schiste, qui les recouvre d'une sorte de vernis, et à les enfermer dans des vases en zinc clos par une fermeture hydraulique garnie d'huile. Pour le transport et la conservation en petites quantités, les lingots sont également mis à sec dans des boîtes de fer-blanc ou dans des flacons bien bouchés.

RÉDUCTION DE L'ALUMINIUM.

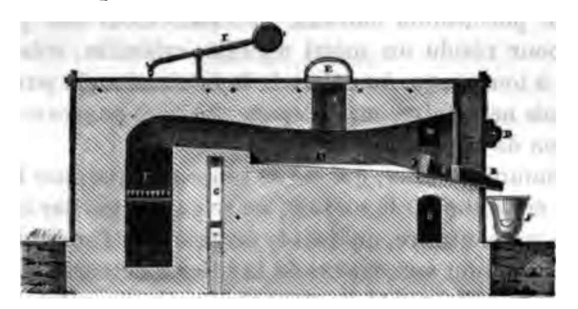
Le chlorure double d'aluminium et de sodium, c'est-à-dire le minerai et le sodium métallique, c'est-à-dire le réducteur, étant obtenus, il ne reste plus qu'à les faire réagir l'un sur l'autre. Si on se contentait de faire réagir purement et simplement ces deux substances en les mettant seules en présence, on n'obtiendrait que de l'aluminium très-divisé, la plus grande partie sous forme de poudre noire n'ayant même pas l'éclat métallique, et le reste en globules presque microscopiques. Il faut l'intermédiaire d'une fondant dont l'effet est, sans doute, de décaper les surfaces des globules fondus et d'en permettre la réunion. Quoi qu'il en soit, ce fondant est indispensable, et le premier employé à cet usage pendant assez longtemps a été le fluorure de calcium. Quand la cryolithe a pu arriver en France à assez bas prix et en quantités considérables, on l'a employée de préférence, comme étant une matière première plus pure et plus fusible que le spath-fluor.

Les matières sont employées dans les proportions suivantes:

Le chlorure et le fondant pulvérisés sont bien mélangés; on y ajoute le sodium coupé par morceaux et on mélange de nouveau, puis le tout est introduit rapidement dans un four à reverbère par un trou E, pratiqué à cet effet dans la voûte et qui vient déboucher sur le milieu de la sole. Cette sole A est de forme à peu près circulaire, et s'incline vers l'extrémité opposée au foyer; là elle se termine par une rigole B en fonte engagée dans la construction et traversant la porte de travail.

Le four étant porté à une température convenable, la rigole bouchée avec une brique mobile et la porte de travail fermée, les matières réagissantes sont introduites comme il vient d'être dit, et alors on ferme les registres et toutes les issues possibles du four. Quelques minutes après, la réaction commence et s'annonce par un bruit assez semblable à un roulement de tambours ou à fusillade lointaine. Quand tout bruit a cessé, on ouvre la porte de travail et on brasse avec une raclette de fer. On recommence ce brassage à des intervalles qui varient avec la marche de l'opéra-

et la température du four, et on laisse un peu reposer le avant de procéder à la coulée. Le four contient à ce mo-



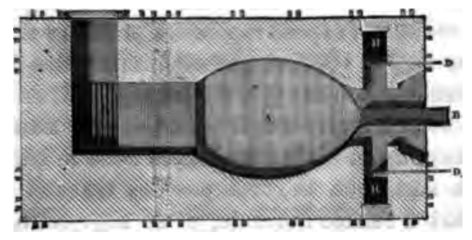


Fig. 462 et 463.—Fours pour la fabrication de l'aluminium.

t de l'aluminium métallique et une scorie très-abondante ès-fluide composée de sel marin et de fluorure, qui varient rellement de composition suivant qu'on a employé le spath- ou la cryolithe. L'aluminium, malgré sa faible densité, est lourd que sa scorie fondue, de sorte qu'il se tient au fond du et à la naissance de la rigole, le long de la brique qui la e; il suffit de soulever légèrement cette brique avec une pince que l'aluminium s'écoule le premier. On le reçoit dans une e en fonte J, d'où on peut le couler immédiatement en ıts.

t aluminium de premier jet contient plus ou moins de sco- On l'en débarrasse par deux ou trois fontes successives, pen- lesquelles on le brasse et on le nettoie avec une cuiller de ercée de trous. Le métal, peut alors être livré au commerce autres préparations, pourvu qu'il ait été préparé avec des ères premières suffisamment pures, et surtout avec de l'alu- de bonne qualité.

luminium ferrugineux peut être purifié par plusieurs refontes, chacune desquelles il s'opère une liquation, pour peu qu'on

laisse reposer le creuset après l'avoir retiré du feu et avant de couler. L'alliage le plus riche en fer reste au fond du creuset. Mais cette purification entraîne nécessairement une perte, en laissant pour résidu un métal aiguillé, cristallin, très-cassant, impropre à tout usage. Au début de la fabrication, la purification était parfois nécessaire, mais depuis plusieurs années on n'a pas eu occasion de la pratiquer.

L'aluminium siliceux, qui ne se rencontre que dans la réduction de la cryolithe par le sodium, ne se purifie pas par liquation. Il semble, au contraire, qu'il ait la propriété de s'enrichir de plus en plus en silicium aux dépens de la silice du creuset. Ce qui est certain, c'est qu'il devient d'autant plus mauvais qu'on le refond davantage.

Tel est, en résumé, l'exposé rapide des procédés mis en pratique à Nanterre de 1857 à 1860, et actuellement usités à Alais depuis que la fabrication du métal y a été transportée, en même temps qu'on installait à Nanterre une fonderie sur modèles et la mise en œuvre de l'aluminium et de ses alliages avec le cuivre. Ces procédés sont la suite non interrompue des travaux qui ont commencé en 1854 à l'École normale, et se sont continués à Javel, puis à la Glacière.

H. SAINTE-CLAIRE DEVILLE *et* PAUL MORIN.

[redacted]

MÉTAUX PRÉCIEUX

CHAPITRE I. — ARGENT.

I.—MINERAIS D'ARGENT.—GISEMENT ET EXPLOITATION.

Considérés au point de vue de leur traitement métallurgique, minerais d'argent peuvent être rangés en deux catégories distinctes ; la première renferme des minerais simples, la onde des minerais complexes. De ces deux catégories, la pre-ère est, de beaucoup, la plus importante; c'est elle qui fournit resque totalité de l'argent qu'exigent les transactions commer-les et les arts d'ornement; c'est à elle que l'antiquité a su, dès temps les plus reculés, demander le métal précieux qui nous upe, et c'est plus tard seulement, lorsque les méthodes métal-giques se sont perfectionnées, que l'industrie européenne a retirer des minerais complexes qu'elle exploite une quantité rgent qui, malgré tout, ne s'élève pas au cinquième de la pro-ction totale.

Sous le nom de minerais simples, nous désignons ceux dont le tallurgiste se propose d'extraire l'argent d'une manière exclu-e; dans ces minerais, l'argent se rencontre sous des états riés; mais ce qui les caractérise, c'est que la proportion des taux étrangers n'y figure jamais pour une valeur considérable, que, dans le traitement métallurgique, ceux-ci peuvent, sans ves inconvénients, être laissés de côté; dans les minerais com-xes, au contraire, les métaux autres que l'argent, et notamment plomb et le cuivre, prédominent, et le métallurgiste doit, non-lement en séparer le métal précieux, mais encore donner s ses soins à l'extraction sous le plus grand état de pureté sible des métaux usuels qu'ils renferment; aussi, comme nous verrons tout à l'heure, l'exploitation présente-t-elle alors de ndes difficultés.

es minerais de la première catégorie sont d'ailleurs nombreux; plus remarquable d'entre eux, celui auquel l'antiquité devait,

à coup sûr, la connaissance de ce métal, est l'argent natif qui, tantôt sous la forme de cristaux, tantôt sous celle de filaments, tantôt enfin sous celle de rameaux ou de dendrites se rencontre, en diverses localités, disséminé dans une gangue généralement calcaire. Quelquefois, comme à Kongsberg, l'argent natif est chimiquement pur; quelquefois, au contraire, comme dans les filons du lac Supérieur (Amérique du Nord), il est associé au cuivre natif. Mais de tous les minerais d'argent, les plus importants sont l'argent sulfuré et ses congénères : argent antimonié, argent arsénié, argent antimonié-sulfuré ou argent rouge; très-répandus dans l'Amérique du Sud et du centre, dans le Pérou, la Bolivie, le Chili, etc., ces minerais se rencontrent surtout en grande abondance au Mexique; là se trouvent ces mines que leur fabuleuse richesse a rendues si célèbres, et dont l'exploitation, barbare encore aujourd'hui, par suite de l'absence de combustibles, de moyens de transport et de force motrice, ne saurait manquer de prendre, en un temps donné, un immense développement. A côté de ces minerais, viennent se placer l'argent chloruré, l'argent brômuré et l'argent ioduré qui, disséminés au sein de gangues terreuses et ferrugineuses, assez abondants du reste, constituent les minerais argentifères dont le traitement est le plus facile. Mélangés aux minerais sulfurés, gisant en général à la partie supérieure des filons qui renferment ces derniers, ils jouent un rôle important dans la production américaine et même européenne : citons enfin, en terminant, le tellurure d'argent, minerai de la Hongrie et de la Transylvanie, sur lequel sa rareté même nous dispensera de fixer notre attention.

Tels que les fournit le sol, c'est-à-dire mélangés avec leur gangue, ces minerais ne présentent qu'une richesse relative; aussi cherche-t-on quelquefois à les enrichir par les procédés habituels de préparation mécanique; mais cet enrichissement ne saurait être poussé trop loin, car la perte de minerai argentifère ne tarderait pas à devenir considérable, par suite de la légèreté des lamelles que fournissent sous le bocard les minerais d'argent arséniés et sulfurés. La richesse des minerais portés aux usines est d'ailleurs très-variable; au Mexique, elle n'est jamais inférieure à un millième, et ne s'élève pas habituellement au delà de cinq millièmes de métal précieux.

L'exploitation des minerais traités simplement pour argen[t] lieu par deux méthodes distinctes, qui l'une et l'autre dériv[ent] du même principe : l'alliage de l'argent métallique avec un aut[re]

[redacted]

tal; dans le premier cas, ce métal est le mercure; dans le ond, c'est le plomb.

a méthode basée sur l'emploi du mercure ou méthode par ilgamation est née en Amérique; importée depuis en Saxe et en nce (Bretagne), elle y a subi de légères modifications; mais es-ci n'ont en rien altéré son principe. Dans l'un comme dans itre cas, les minerais sont d'abord traités par le chlorure de ium, et transformés en chlorure d'argent; puis celui-ci, réduit état métallique, soit par le fer soit par le mercure, est soumis action de ce dernier métal et changé en un amalgame dont la illation sépare ensuite aisément le mercure. Des modifica-ıs apportées à ce principe résultent deux méthodes, que nous rirons successivement sous les noms de *méthode américaine* et *méthode saxonne.*

a méthode basée sur l'emploi du plomb est infiniment plus ıple que la précédente : elle consiste à fondre les minerais ıvenablement préparés avec des matières plombeuses, généra-ıent des galènes, à réduire le tout par le fer, dans des fours nanche, de manière à obtenir un plomb d'œuvre entraînant ıt l'argent, et enfin à coupeller celui-ci. Mais cette méthode, ement applicable en Amérique à cause de l'absence de com-stibles économiques, présente en outre l'inconvénient de pro-ire une perte considérable en plomb et en argent. Aussi ne ırait-elle être employée avec avantage que dans les localités les combustibles et les galènes sont abondants, et où les mine-is argentifères présentent une grande richesse.

Les minerais de la deuxième catégorie offrent, au point de vue inéralogique, une grande analogie avec ceux de la première; ais ils en diffèrent au point de vue du traitement métallurgique. argent, en effet, s'y rencontre toujours à l'état de sulfure, d'ar-nio-sulfure, d'arséniure, d'argent rouge, etc.; mais ces miné-ux sont disséminés dans des masses considérables de galène, s pyrites cuivreuses, de cuivre gris, etc. Quelquefois encore la lende, le bismuth, l'arsénio-sulfure de cobalt et de nickel, etc., trouvent associés aux minerais précédents.

Ainsi que nous l'avons dit plus haut, le traitement de ces inerais, la séparation des métaux qu'ils renferment, ou tout u moins des trois plus importants : argent, plomb et cuivre, résente souvent de très-grandes difficultés; mais la description es méthodes suivies dans les différentes exploitations ne doit as nous arrêter ici, et il nous suffira de les rappeler en quelques

mots; car les principes sur lesquels elles reposent ont été précé demment décrits (voy. *Métaux usuels.* MÉT, chap. II et III. *Cuiv et Plomb*). Ces minerais peuvent être rangés en trois classes : le galènes argentifères, qui ne renferment que du plomb mélang d'une petite quantité d'argent; les pyrites cuivreuses ou cuivre gris argentifères, et enfin les minerais très-complexes qui, comm ceux de la Saxe et du Harz, renferment à la fois du plomb, d cuivre et de l'argent.

Lorsque l'exploitation a lieu simplement sur des galènes argen tifères, celles-ci sont traitées soit par réaction, soit par le fer, a four à cuve ou bien au four à réverbère, et le plomb d'œuvre concentré quelquefois par le pattinsonage, est ensuite coupellé.

Les pyrites cuivreuses et les cuivres gris argentifères son d'abord traités pour cuivre noir, puis celui-ci, refondu avec de litharges et du plomb fournit les galettes dont on retire, par un fusion graduée sur des aires de liquation, d'abord le plomb e excès, puis l'alliage de plomb et d'argent que l'on passe à l coupelle, tandis qu'on soumet au raffinage les *carcasses* de cuivr impur laissées par le départ du métal plus fusible.

Les minerais renfermant à la fois du plomb, du cuivre et d l'argent, sont d'un traitement très-difficile ; ils exigent des opéra tions nombreuses que nous résumerons simplement en quelque lignes. Soumis d'abord à la fusion en présence du fer, dans de fours à manche, ils fournissent un plomb d'œuvre riche en argen et une matte plombeuse renfermant tout le cuivre et une notabl proportion de l'argent. Le premier plomb d'œuvre ainsi obten est passé à la coupelle, tandis que les mattes plombo-cuivreus sont, par des fontes et des grillages successifs, débarrassées de l plus grande partie du plomb et de l'argent qu'elles renferme et transformées ainsi en mattes cuivreuses; les plombs d'œuv obtenus dans les fontes successives vont rejoindre le premier s la coupelle. D'un autre côté, les mattes cuivreuses, rendues aus pauvres que possible en plomb, sont traitées au four à manch pour cuivre noir, et le produit de cette opération, refondu ave des litharges et du plomb, est soumis à la liquation, qui sépa des *carcasses* de cuivre les dernières portions de plomb et d métal précieux.

Telles sont les diverses méthodes qu'emploie la métall pour la production de l'argent; ainsi que nous l'avons dit haut, celles-là seulement nous occuperont qui se proposent at l'extraction de l'argent seul; les autres appartiennent, en

[redacted]

d'une manière essentielle à la métallurgie du cuivre et du plomb. Du reste, il sera facile au lecteur de se rendre compte de l'importance relative des unes et des autres, en réfléchissant que les dernières, appliquées seulement en Europe, ne produisent qu'une quantité d'argent relativement peu considérable, ainsi que le montre le tableau suivant, dans lequel M. Rivot a mis en parallèle la part que prend chaque contrée à la production générale de ce précieux métal :

Le Mexique produit près de.....	650	tonnes d'argent.
Le Pérou......................	110	—
Le Chili	410	—
La Bolivie....................	50	—
Les divers États de l'Europe	180	—

II.—EXTRACTION DE L'ARGENT PAR LA MÉTHODE D'AMALGAMATION.

MÉTHODE AMÉRICAINE A FROID.

Principe de la méthode.—L'amalgamation à froid par la méthode américaine est applicable à tous les minerais d'argent proprement dits; deux cas cependant sont à considérer suivant la nature de ces minerais, et le métallurgiste doit se préoccuper de savoir s'il opère sur un mélange d'argent natif, de chlorure, de brômure et d'iodure d'argent, ou bien sur un mélange de sulfure, d'arsénio-sulfure, d'antimoniure, etc. Dans le premier cas, les minerais qu'on désigne en Amérique sous le nom général de *colorados,* en France (Hulgoët) sous celui de *terres rouges*, peuvent être soumis à l'amalgamation directe; dans le second, les minerais connus alors sous le nom de *negros* doivent, ou plutôt devraient être soumis à un grillage préalable avant l'amalgamation. L'expérience démontre, en effet, que si les *colorados* sont aisément attaquables par les réactifs qu'emploie la méthode qui nous occupe, il n'en est pas de même des *negros* et que ceux-ci résistent énergiquement à l'action des mêmes réactifs. De telle sorte que dans un grand nombre d'ateliers américains où le transport du combustible est à peu près impossible, l'amalgamation est toujours incomplète, et que 35 à 40 pour 100 de l'argent que renfermait le minerai restent dans les résidus.

Dans la pratique de cette méthode, trois réactifs concourent à produire l'amalgamation : le sel ou chlorure de sodium, le *magistral* et le mercure; avant d'étudier le rôle de chacun d'eux, il nous faut définir le deuxième. Sous le nom de *magistral*, (

désigne le produit obtenu en soumettant au grillage des pyrites cuivreuses; ce grillage a lieu dans des fours analogues à ceux qu'emploie l'industrie européenne pour la fabrication de l'acide sulfurique; les pyrites bocardées sont étendues sur la sole, en une couche épaisse de cinq centimètres environ, puis soumises à un grillage conduit avec lenteur et à très-basse température. Lorsque l'opération est complète, on défourne le magistral, et on l'emmagasine avec soin jusqu'au moment de l'emploi. Cette matière renferme de 20 à 25 pour 100 de sulfates solubles dans l'eau, et notamment de sulfates de cuivre et de protoxyde de fer; elle présente toujours une réaction légèrement acide. Quelquefois on substitue au magistral ordinaire le sulfate de cuivre brut obtenu dans les ateliers d'affinage de l'or et de l'argent (voy. chap. IV. *Affinage*); celui-ci, qui présente une acidité considérable, est surtout d'un emploi avantageux vis-à-vis des minerais sulfurés, antimoniés, etc.

Examinons maintenant la part que prend à l'amalgamation chacun des trois réactifs qu'emploie cette méthode. Leur manière d'agir est différente, suivant l'état sous lequel les minerais leur sont présentés, et les réactions varient suivant qu'ils sont formés de *colorados* et de *negros* grillés, ou de *negros* non grillés. Il suffit de se reporter à la composition des uns et des autres pour le comprendre d'avance. Dans le premier cas, en effet, ces réactifs se trouvent en contact avec de l'argent natif, des chlorures, brômures et iodures d'argent, également natifs, et de l'argent métallique, de l'oxyde, du sulfate, de l'arséniate d'argent résidus du grillage des *negros*; dans le second, ils doivent agir sur des mélanges de sulfure, arséniure, etc., d'argent, dont l'attaque est éminemment plus difficile.

La marche des opérations est cependant, à peu de chose près, la même dans les deux cas; les minerais porphyrisés et imprégnés d'eau, mélangés de chlorure de sodium d'abord, de magistral ensuite, sont enfin mis en contact avec du mercure métallique.

Occupons-nous du premier cas, et considérons d'abord l'action du chlorure de sodium; nulle ou du moins insignifiante sur l'argent natif et l'argent métallique, elle est considérable sur les autres constituants du mélange. Sous son influence, en effet, le chlorure d'argent se dissout peu à peu et abandonne l'état solide qu'il possédait d'abord pour entrer en solution dans le liquide dont la masse est imprégnée. Quant à l'oxyde d'argent et aux autres sels, brômure, iodure, sulfate, etc., le chlorure de sodium

[redacted]

ṣit sur eux par double décomposition, et les transforme en une ɔuvelle quantité de chlorure d'argent qui se dissout à son tour, ɔmme le chlorure natif dans la solution aqueuse de chlorure de ɔdium; la première phase de l'opération est alors terminée et s produits divers que renfermait le minerai sont maintenant, ɑuf l'argent métallique, transformés complétement en chlorure 'argent dissous. C'est alors qu'intervient le magistral; mélange e sulfate de cuivre et de protosulfate de fer, il donne bientôt aissance, au contact du chlorure de sodium, à du protochlorure e cuivre, et celui-ci, exerçant, au fur et à mesure de sa formaon, son action réductrice sur le chlorure d'argent dissous, le duit à l'état métallique, tandis que lui-même passe à l'état de ichlorure. C'est sur l'argent ainsi précipité, en même temps que ır l'argent natif, que le mercure agit ensuite; pénétrant peu à eu dans la masse, sous l'influence de l'action mécanique à quelle celle-ci est soumise, il dissout l'argent et le transforme ı un amalgame pâteux que l'on comprime pour lui enlever xcès de mercure, et que l'on soumet ensuite à la distillation.

Dans le second cas, ainsi que nous avons eu déjà occasion de le re, cette méthode est loin d'offrir la même netteté; les minerais *gros* ne sont en aucune façon attaquables par le chlorure de dium, et au lieu de perdre les 40 centièmes de l'argent qu'ils nferment, on en perdrait, à coup sûr, une bien plus grande oportion, si l'on ne faisait appel à une modification consistant ns l'emploi d'un magistral beaucoup plus abondant et surtout aucoup plus acide; c'est dans ce cas surtout que le sulfate de ivre du départ présente de grands avantages. Alors, en effet, n'est plus le chlorure de sodium qui agit directement, mais cide sulfurique du magistral qui, attaquant ce sel, met en erté une certaine proportion d'acide chlorhydrique; celui-ci gissant sur les minerais sulfurés, antimoniés, etc., les décomse lentement et imparfaitement, et les transforme en chlorure i se dissout et en soufre qui se dépose. D'un autre côté, le hlorure de cuivre, que le magistral engendre toujours, au ıtact du chlorure de sodium, réagit, ainsi que l'a démontré Boussingault, sur le sulfure d'argent et le transforme partiellent aussi en chlorure, par une double décomposition. Une fois chlorure d'argent formé, le reste de l'opération a lieu par les mes réactions que précédemment.

Tels sont les principes sur lesquels repose la méthode d'amalnation américaine à froid; les minerais auxquels on les appli-

que sont en général des mélanges de *colorados* et de *negros*, et ceux-ci ne sont que rarement grillés; aussi les diverses réactions que nous venons d'exposer interviennent-elles simultanément. D'ailleurs les différentes phases que nous avons indiquées ne se succèdent pas avec netteté et régularité, elles sont toutes à peu près concomitantes, et l'almagamation est déjà complète pour certaines parties que, pour certaines autres, elle est à peine commencée.

Suivons maintenant, dans ses détails pratiques, l'application de cette méthode.

Préparation du minerai.—Au sortir de la mine, le minerai argentifère est cassé au marteau par des ouvriers (hommes et femmes) que l'on désigne sous le nom de *pepenadores;* cette opération est suivie d'un triage à la main, au moyen duquel on rejette non-seulement le stérile, mais encore le minerai trop pauvre. Quelquefois, et lorsque les localités permettent l'application de la méthode de fonte avec des matières plombeuses, on profite de ce triage pour séparer les morceaux les plus riches que l'on destine à ce mode de traitement. Après avoir été ainsi triés, les minerais sont passés aux bocards (*ingenios*) et pulvérisés à sec; le mouvement est communiqué aux appareils, soit par des chutes d'eau, soit par des manéges attelés de mules. Au bocardage succède le tamisage; la masse pulvérisée est passée à travers des tamis de peau, percés de trous dont le diamètre égale $0^m,005$ environ; les grains retournent aux bocards, tandis que les sables sont réduits en poudre aussi fine que possible. L'appareil dans lequel a lieu cette porphyrisation est désigné sous le nom d'arrastre (*arrastra*); il est formé d'une auge cylindrique en granit, de 3 mètres de diamètre environ; dans cette auge se meuvent circulairement quatre blocs plats de granit; chacun de ces blocs est relié à l'une des extrémités de deux arbres horizontaux disposés perpendiculairement l'un à l'autre. Au centre de l'appareil est un pivot vertical communiquant avec un manége auquel sont attelées deux mules, et qui entraîne dans son mouvement de rotation les deux arbres horizontaux et les quatre blocs qui s'y trouvent attachés. Le minerai est jeté dans l'auge, légèrement mouillé et porphyrisé par le frottement des quatre pilons; peu à peu, on augmente la quantité d'eau, de manière à transformer la masse en une pâte coulante. Le temps de la porphyrisation varie naturellement avec la dureté des minerais; en général, chaque arrastre doit réduire en poudre impalpable 300 kilogrammes environ par vingt-quatre

[redacted]

*s. L'opération terminée, la masse pâteuse est emmagasinée des bassins où elle reste exposée aux ardeurs du soleil, jusce qu'une grande partie de l'eau s'étant évaporée, elle ait s une certaine consistance, tout en restant plastique; c'est qu'elle est portée au *patio* pour y être amalgamée.

oruration et amalgamation.—L'atelier ou *patio* dans lequel ›mplissent ces opérations est un vaste espace, en plein air, le sol est soigneusement dallé. Sur cette aire imperméable, spose le mélange des matières de façon à en former des rculaires et aplatis (tourtes, *tortas*) mesurant en général de hauteur, sur un diamètre variable de 5 à 20 mètres. Le l y est conduit de la manière suivante : On répand d'abord sol le chlorure de sodium, dans la proportion de 2 parties 100 de minerai; sur le sel ainsi étendu, on dépose le minerai yrisé et pâteux ou *lama;* et l'on opère mécaniquement leur poration. Pour cela, on mélange d'abord l'un et l'autre à la aussi intimement que possible, puis on soumet la masse au ement de quatre ou six mules courant au trot à sa surface, intenues par un conducteur, de telle sorte que leur front se e toujours suivant un des rayons du cercle. Cette opération élange (*repaso*) est prolongée pendant quatre heures, après on laisse reposer jusqu'au lendemain. On ajoute alors le tral, en le répandant uniformément à la surface et le faisant rer au sein de la tourte au moyen d'un nouveau *repaso*. La rtion de magistral employée est variable; elle dépend de la se du minerai et de la température; plus celle-ci est élevée, la proportion est considérable; plus elle est basse, plus tions sont faibles, et plus par suite la quantité de magistral tre forte; cependant elle n'est jamais inférieure et rarement st supérieure à 2 pour 100 du minerai.

ès le deuxième *repaso*, on procède à l'addition du mercure, ci a lieu à plusieurs époques; on en ajoute, en premier lieu, uantité représentant quatre fois le poids de l'argent contenu le minerai; puis en deux autres fois une quantité égale à la ière. Pour ajouter le mercure et le répandre dans le plus état de division possible, on le place dans une peau, ou un tissu solide que l'on comprime fortement au-dessus des es parties de la tourte; le mercure suintant à travers son ppe, tombe en gouttelettes extrêmement fines, dont l'incoron est ensuite plus facile. Pour rendre celle-ci plus certaine, nne, aussitôt après la première addition de mercure, un

repaso de quatre à six heures, puis on abandonne la matière au repos; le lendemain et les jours suivants, la tourte est soumise au même traitement mécanique, non pas d'une manière continue, mais à des intervalles irréguliers que détermine la rapidité plus ou moins grande du travail. Le mélange mécanique a surtout pour but, en effet, de mettre les différents réactifs au contact, et c'est pendant le repos qu'on leur accorde ensuite que s'accomplissent les réactions. C'est l'habitude acquise par les amalgameurs qui détermine les moments les plus convenables pour donner un *repaso* nouveau ou pour laisser la tourte en repos.

Un grand nombre de causes, dont il serait trop long d'aborder ici l'étude, peuvent contrarier la marche des opérations; elles se traduisent, en général, de deux manières; ou bien les opérations se ralentissent, ou bien elles progressent avec une rapidité trop considérable. Dans le premier cas, on dit que la *tourte a froid*; dans le second, *qu'elle a chaud.* Pour parer au premier de ces inconvénients, qui se produit surtout lorsque les minerais sont trop réfractaires ou la température trop basse, on ajoute un excès de magistral et l'on donne des *repasos* fréquents; pour combattre le second, qui semble dû le plus souvent à l'excès de magistral et à l'emploi de matières trop cuivreuses, on ajoute un peu de chaux qui, précipitant une portion du cuivre, diminue la proportion des chlorures de ce métal et s'oppose par suite à la formation fâcheuse d'une trop grande quantité de protochlorure de mercure.

Lorsqu'on reconnaît, par des prises d'essai, que tout le mercure ajouté la première fois a réagi, on en ajoute une nouvelle quantité égale aux trois huitièmes de la première, et l'on continue les opérations; enfin, une dernière fois, on ajoute encore du mercure dans la proportion d'un huitième de la première addition, et l'on achève par un dernier *repaso.*

Le temps qu'exige l'amalgamation complète des minerais d'argent est extrêmement variable, et dépend, comme nous l'avons dit, d'un grand nombre de circonstances; dans les conditions les plus favorables, elle est terminée en vingt ou vingt-cinq jours; quelquefois elle exige deux et même trois mois.

Quand l'amalgamation paraît entièrement achevée, on procède à la séparation de l'amalgame, et l'on porte dans ce but la tourte aux cuves de lavage. Celles-ci (*lavaderos*) sont de très-vastes cuves cylindriques, en maçonnerie; au centre s'élève un arbre vertical muni de quatre bras horizontaux portant chacun à son extrémité un agitateur formé de baguettes en bois croisées. Un manége mû

: des mules communique le mouvement à tout cet appareil.
rès avoir projeté dans la cuve toute la masse, on ajoute d'abord
l'eau, puis une quantité de mercure égale à celle employée
à dans le cours de l'opération. Ce mercure est destiné à réunir
portions d'amalgame disséminées au milieu des matières
reuses. On met alors les agitateurs en mouvement; sous leur
luence, sous celle aussi d'un filet d'eau qui circule constam-
ent dans la cuve, les matières se séparent: les plus légères se
lèvent et s'écoulent hors de la cuve, tandis que l'amalgame,
traîné par le mercure, tombe au fond avec les grains les plus
rds qui n'ont pas été attaqués. Après ce premier lavage, les
itières lourdes sont portées sur de petites tables inclinées, dési-
ées sous le nom de *planillas,* où les ouvriers achèvent de séparer
écaniquement l'amalgame dissous dans le mercure des por-
ns de minerai qui ont résisté à l'amalgamation. Celles-ci, qui
n-seulement représentent une perte d'argent, mais qui encore
traînent toujours mécaniquement une certaine proportion de
ercure, sont traitées à nouveau quand leur richesse paraît
ffisante. Quant à l'amalgame liquide, on procède immédiate-
ent à la séparation du mercure et de l'argent qui le composent.

Compression et distillation.—Pour extraire l'argent et recueillir
mercure que renferme l'amalgame, deux opérations successives
nt nécessaires : dans la première, on soumet la matière à une
mpression graduée, qui laisse écouler le mercure en excès et
urnit un amalgame solide très-riche en argent, qu'on désigne
us le nom de *pella*; dans la seconde, celui-ci est soumis à une
stillation qui, volatilisant le mercure, laisse comme résidu l'ar-
nt qu'il suffit ensuite de fondre et de couler en lingots.

La compression a lieu, dans le procédé américain, d'une manière
ès-incomplète; aussi le *pella* renferme-t-il toujours un excès de
ercure non combiné, dont la présence augmente les frais de
stillation. Au sortir des cuves, l'amalgame est versé dans des
cs de cuir entourés de coutil fort ou de toile à voile; au-dessous
chaque sac est disposée une auge à moitié pleine d'eau. Sous
pression de la masse elle-même, le mercure liquide se sépare,
re à travers les deux enveloppes et vient se réunir dans l'auge
érieure. Lorsque le sac ne laisse plus égoutter de mercure, on
presse doucement avec les mains de manière à faire exsu-
le plus possible la matière liquide. Mais cette compression,
e comprend, est très-imparfaite, et le *pella* ne renferme jamais
ns de cinq parties de mercure pour une d'argent. Peut-être

pourrait-on avec avantage substituer à ce mode défectueux l'a
pareil de compression introduit avec succès, par M. Yuncker
l'usine d'Hulgoët (Bretagne). Quoi qu'il en soit, l'amalgame sol
est extrait des sacs sous la forme de pains allongés, porté sur u
table, découpé à la main et moulé par compression, dans
moules en bois, sous forme de briquettes prismatiques du po
de 15 kil. environ.

L'appareil employé, en général, pour la distillation de l'am
game, est le suivant : sur une auge cylindrique en maçonner
remplie d'eau, est placée une grille en fer forgé ou une plaque
tôle percée de trous ; tout autour de cette grille est creusée da
la maçonnerie une rainure circulaire présentant le même d
mètre qu'une cloche conique ou calotte allongée qui, mobile
moyen d'un anneau qu'elle porte au sommet, peut s'élever
s'abaisser au-dessus de la grille et de l'auge et les recouv
complétement. Sur la grille on entasse les pains de *pella*, en l
disposant de manière à ménager entre chacun d'eux des interstic
convenables ; lorsque le tas est suffisamment élevé, on fait de
cendre la cloche, on la lute dans la rainure, puis on élève tout autou
un mur en briques ou en pierres sèches formant fourneau, de ma
nière à laisser entre le mur et la partie la plus large de la cloch
(c'est-à-dire la base) un espace libre de 35 cent. environ ; à la part
inférieure de ce cylindre maçonné, on réserve des prises d'air. Dan
l'espace vide, on projette alors du charbon enflammé, puis d
charbon noir et l'on continue de chauffer pendant un temp
variable de dix à vingt-quatre heures. Sous l'influence de la cha
leur, le mercure se vaporise et vient, en distillant *per descensum*
se condenser dans l'auge remplie d'eau disposée au-dessous de l
cloche. Lorsque la distillation est achevée, on laisse refroidir
fourneau, on enlève la cloche au moyen d'un treuil, et l'on trou
sur la grille des prismes d'argent solide, mais encore poreu
On le livre quelquefois au commerce dans cet état ; mais le pl
souvent, on le refond dans des creusets et on le coule dans d
moules en sable qui lui donnent la forme de lingots.

MÉTHODE D'AMALGAMATION AMÉRICAINE A CHAUD.

Beaucoup moins répandue que la précédente, cette métho
n'est guère en vigueur que dans les districts argentifères de l'Am
rique du Sud, Pérou, Bolivie, etc. ; elle n'est d'ailleurs applicab
qu'aux minerais *colorados*, c'est-à-dire ne renfermant ni sulfure, n
arséniure, ni antimoniure d'argent ; mais elle présenterait, d'un

ıière générale, de grands avantages économiques pour le ;ement de ceux-ci, si elle n'exigeait du combustible et des ıreils dispendieux. En effet, dans cette méthode, le magistral inutile, et la perte de mercure est insignifiante.

e principe sur lequel elle repose est d'ailleurs fort simple : tés par du chlorure de sodium, les minerais fournissent bientôt : solution de chlorure d'argent, et celle-ci, décomposée par le vre métallique des chaudières dans lesquelles l'opération est iduite, se transforme en argent métallique que le mercure sout, et en protochlorure de cuivre qui peut ensuite être em-ıyé comme magistral pour l'amalgamation à froid. Quant aux udières, elles s'altèrent rapidement, et leur usure constitue le té le plus désavantageux de la méthode.

Les minerais pulvérisés sont jetés dans des chaudières à fond : cuivre, chauffées à feu nu; dans ces chaudières, on fait arriver ne quantité d'eau suffisante pour former une bouillie très-claire; ı porte à l'ébullition, puis on ajoute 12 à 15 parties de sel ur 100 de minerai. La dissolution du chlorure de sodium mmence de suite; on l'active, en agitant constamment avec une tule en bois; lorsqu'elle est complète, on ajoute dans la chau-ère une quantité de mercure égale au poids de l'argent ren-mé dans le minerai et l'on continue d'agiter, en mélangeant le at, et prenant, surtout le soin d'amener les grains de chlorure rgent encore solides au contact du cuivre. Ceux-ci se décom-sent ainsi plus promptement, la précipitation de l'argent est pide et le mercure le dissout au fur et à mesure de sa forma-n. Lorsque tout le mercure ajouté est amalgamé, on introduit e deuxième quantité de ce métal, puis une troisième, et ainsi suite, jusqu'à ce que la quantité totale de mercure employée i égale à deux fois le poids de l'argent. L'opération est terminée, squ'après une dernière addition de ce métal on ne voit plus nger la consistance de l'amalgame : cinq ou six heures au plus ıt nécessaires pour atteindre ce point : on enlève alors le con-ıu des chaudières et on le porte au lavage, en ayant soin d'ajou-' une quantité de mercure égale à quatre fois le poids de celle ployée pour l'amalgamation. Le reste du travail est ensuite iduit comme dans la méthode à froid.

MÉTHODE SAXONNE D'AMALGAMATION.

rincipe de la méthode.—Née en Saxe, à Freyberg, dont on lui ne souvent le nom, cette méthode s'est peu à peu répandue

partout où le prix des combustibles a permis de substituer, aux moyens longs et compliqués de la méthode américaine, des procédés plus rapides et plus simples. Au point de vue chimique, elle diffère de cette dernière par deux réactions principales : la chloruration et la précipitation de l'argent. Dans la méthode saxonne, en effet, le minerai, au lieu d'être mélangé à froid avec du sel et du magistral, est grillé à la température du rouge, en présence du chlorure de sodium; entre ce sel et le sulfure d'argent intervient alors une décomposition profonde et les neuf dixièmes du minerai se trouvent ainsi convertis en chlorure d'argent. Lorsqu'ensuite ce chlorure s'est dissous dans le chlorure de sodium en excès, la précipitation de l'argent a lieu, non plus au moyen du magistral et du mercure, mais au moyen du fer métallique, de telle sorte que le mercure n'a plus à jouer ensuite que le simple rôle de dissolvant de l'argent. Au point du vue mécanique, la méthode saxonne diffère encore de la méthode américaine en ce que, faisant appel à des forces motrices économiques, elle peut obtenir en peu de temps les résultats qui dans celle-ci exigent un temps considérable.

Les minerais traités par la méthode saxonne sont rarement aussi riches que ceux du Mexique; ils renferment toujours des proportions assez considérables de sulfure de plomb et de cuivre; cependant, pour que les opérations puissent être avantageuses, elle ne doit pas être appliquée à des minerais contenant plus de 5 à 6 pour 100 de ces impuretés. Lorsque cette proportion est dépassée, on rentre dans la catégorie des minerais complexes dont le traitement doit comprendre non-seulement l'extraction de l'argent, mais encore celle du plomb et du cuivre, et auxquels par suite l'amalgamation n'est pas applicable.

Chloruration.—Les minerais préparés de la manière indiquée déjà pour la méthode américaine sont mélangés aussi intimement que possible avec du sel marin; la proportion de celui-ci est variable naturellement d'après la teneur du minerai; celle de 10 pour 100 peut être prise comme la moyenne ordinaire. Quelquefois, lorsque surtout la gangue est fortement argileuse, le minerai doit, avant toutes choses, être soumis à une calcination simple, destinée à enlever à l'argile sa plasticité. Le mélange une fois fait est criblé avec soin, afin d'être rendu parfaitement homogène, puis porté au four de chloruration. Celui-ci est un four à réverbère très-surbaissé, muni de deux portes latérales, l'une pour le travail, l'autre pour la charge, et d'une cheminée condui-

[redacted]

sant à des chambres de condensation. Un foyer séparé du four par un autel renferme le combustible. Sur la sole de ce four, on charge et on étend en couche peu épaisse 500 kilogrammes environ de minerai, et on allume un feu vif dont on a soin de maintenir la flamme très-oxydante. Sous cette influence, le minerai se décompose, l'excès de soufre contenu dans les pyrites brûle en dégageant de l'acide sulfureux, tandis que le chlorure de sodium décomposé réagit sur l'argent pour le transformer en chlorure. En même temps, l'arsenic et l'antimoine se volatilisent et viennent se déposer dans les chambres de condensation à l'état de produits oxydés. On continue l'action du feu jusqu'à ce que l'acide sulfureux cesse de se produire, et l'on arrête aussitôt que le mélange dégage l'odeur du chlore, produit par la réaction des composés oxydés sur le sel. L'opération dure six heures environ, et pendant tout ce temps le feu doit être conduit avec précaution, afin d'éviter la fusion de la masse, qui doit se retrouver, comme au commencement, sous forme de poudre fine. Cependant comme, après défournement, on retrouve toujours quelques grumeaux, par suite de la fusion du chlorure de sodium, qui se sont agglomérés, on passe à la claie fine, on pulvérise les gros morceaux et l'on soumet ces portions à un nouveau grillage.

La masse elle-même est pulvérisée de nouveau et rendue aussi fine que possible, puis portée à l'amalgamation ; tout l'argent s'y trouve dès lors, soit à l'état de métal, soit à l'état de chlorure.

Amalgamation.—Cette opération s'accomplit dans des tonnes tournantes où le minerai chloruré, préalablement humecté d'eau, se trouve soumis d'abord à l'action décomposante de fragments de fer, puis à l'action dissolvante du mercure.

L'appareil se compose de tonnes D en bois de chêne de $0^m,06$ d'épaisseur, mesurant 1 mètre sur leur longueur, de même que sur leur plus grand diamètre, et fortement cerclées en fer; ces tonnes sont mobiles autour d'un axe horizontal porté sur deux tourillons; à leur extrémité est disposée une roue dentée K qui leur communique le mouvement de rotation. Au-dessus de chacune d'elles est disposé un bassin rectangulaire A ouvert à la partie inférieure et se terminant par une manche en toile goudronnée C qui peut en conduire le contenu dans la tonne. Cette manche, relevée et pincée à son extrémité, peut jouer le rôle d'obturateur. Chaque tonne peut verser son contenu dans une auge prismatique qui lui correspond et qui se trouve munie d'un premier canal destiné

au départ de l'amalgame, et d'un second F, qui conduit les boues dans une rigole spéciale G.

L'opération dans ces appareils exige vingt-quatre heures pour être complète; elle est conduite de la manière suivante. Dans chacune des caisses AA, on place 300 kilog. environ de minerai chlo-

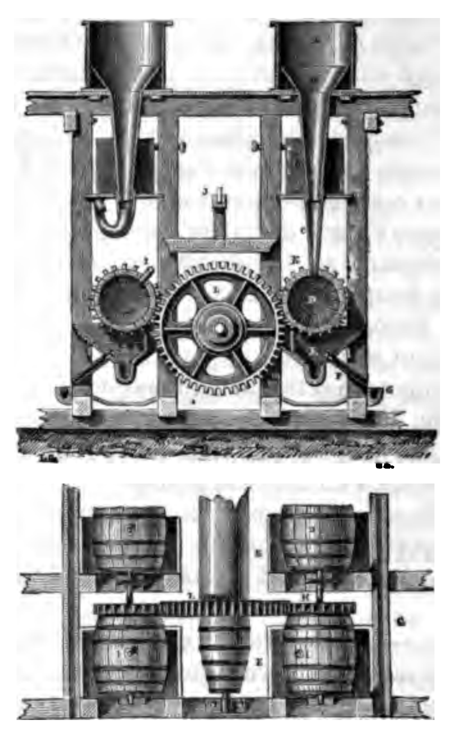


Fig. 464 et 465.— Tonnes d'amalgamation.

ruré et 200 litres d'eau; on laisse le tout en contact pendant vingt-quatre heures, en ayant soin de remuer fréquemment à la pelle, pour activer la dissolution du chlorure d'argent dans le chlorure de sodium; le lendemain, on abat la manche en toile goudronnée, on laisse écouler le contenu de chaque caisse dans la tonne correspondante qu'on bouche et à laquelle on imprime une vitesse de 12 tours par minute; on continue pendant deux heures. Au bout de ce temps, on arrête chaque tonne et on y introduit 30 à 40 kilogrammes de mercure et 40 kilogrammes environ de fer en rondelles de 5 centimètres de diamètre, pesant chacune 500 grammes; la tonne est ensuite bouchée et remise en mouvement. La vitesse

donnée à l'appareil doit être alors de 18 tours à la minute et maintenue pendant vingt heures; au bout de ce temps, l'amalgamation est complète; mais l'amalgame, en grains très-fins, est disséminé dans la masse; pour le réunir, on diminue la vitesse, que l'on réduit à huit tours par minute, et l'on maintient le mouvement pendant deux heures. On débonde alors chaque tonne et on laisse écouler la matière dans les auges prismatiques placées au-dessous d'elles; là les matières se superposent par ordre de densité; l'amalgame s'accumule au fond, tandis que les boues surnagent; on laisse reposer quelque temps, puis, débouchant les canaux F, on laisse écouler celles-ci dans les rigoles G, tandis qu'on recueille l'amalgame, dont on achève la purification en le lavant à la main dans des baquets en bois.

Compression et distillation.—A la méthode manuelle de compression que nous avons indiquée plus haut, on a substitué dans quelques usines des appareils ingénieux qui mettent les ouvriers à l'abri du contact du mercure. Nous décrirons celui qu'a imaginé M. Yuncker, directeur de l'usine d'Hulgoët (Bretagne). L'amalgame liquide est, dans cet appareil, soumis à l'action d'une presse hydraulique qui force le mercure à filtrer à travers un tampon de bois de hêtre et le renvoie ensuite aux réservoirs. L'appareil se compose de trois cylindres verticaux en fonte communiquant par des tubes de fer que peuvent fermer des robinets. On intro-

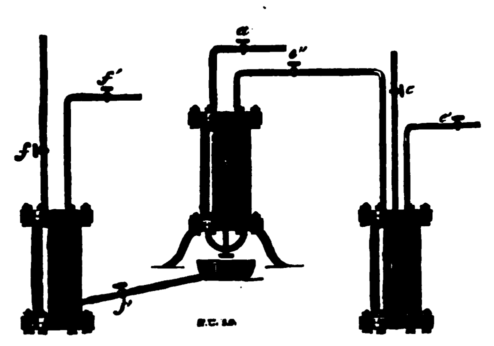


Fig. 466.— Appareil de compression employé aux mines d'Hulgoët.

duit l'amalgame par le tuyau *e* dans le cylindre E, on ferme le robinet *e*, on ouvre le robinet *e'* et on laisse la pression s'exercer; l'amalgame remonte par le tube *e''* et vient se déposer dans le cylindre A; on ferme alors le robinet *e''*, on ouvre *a* et l'on donne par le tuyau *a* une pression graduée; sous l'influence

de cette pression, le mercure filtre à travers le tampon de l
J qui en forme le fond, s'écoule dans l'auge de fonte et d
dans le cylindre F; on démonte alors le sommet du cylindre
on enlève l'amalgame solide dont la richesse peut, suivant l'é
gie de la pression, s'élever jusqu'à 35 pour 100 d'argent. Quan
mercure recueilli en F, on l'envoie au réservoir par la pre
dirigée à travers le tube *f*, après avoir fermé les robinets *f'*

L'appareil dans lequel on opère le plus habituellement la
tillation de l'amalgame produit dans la méthode saxonne
avec celui de la méthode américaine la plus grande analogi
se compose de fourneaux fixes en maçonnerie, dont ch
porte à sa partie inférieure un tiroir A, roulant sur des g

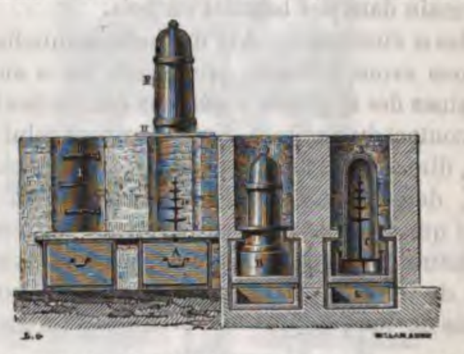


Fig. 467.— Cloches de distillation de l'amalgame d'argent.

et dans lequel est disposée une chaudière B, cylindrique, en fo
cette chaudière est remplie d'eau; en son milieu s'élève une s
de candélabre D portant des rondelles de fer de grosseur progr
vement décroissante; au-dessus de cet appareil se place
cloche allongée mobile I; enfin des portes en fonte F ferm
chacun des fourneaux cylindriques. L'usage de cet appa
est facile à comprendre; après avoir chargé l'amalgame su
rondelles, et abaissé la cloche, on entretient un feu de char
dans chaque fourneau, de manière à volatiliser le mercure
vient se condenser dans la chaudière inférieure que l'on a pré
blement à moitié remplie d'eau.

A l'usine d'Hulgoët (Bretagne), on emploie, d'après M. Rivot
système de distillation beaucoup plus simple; l'appareil con
en une cornue en fonte de 60 cent. de longueur, placée horizo
lement sur un fourneau construit en brique; le fond et le co
la cornue dépassent les parois; au col est adapté à frottemen

e de fer qui conduit les vapeurs mercurielles dans un récipient plein d'eau. On introduit 25 kilogrammes d'amalgame par l'extrémité postérieure dont le fond mobile est ensuite soigneusement boulonné et luté; on chauffe peu à peu, en continuant tant qu'il se dé-



. 468.—Cornues employées à la distillation de l'amalgame.

ge du mercure; on laisse refroidir, puis on démonte le fond ır défourner les gâteaux d'argent; l'opération complète exige itre heures environ.

III.—EXTRACTION DE L'ARGENT PAR LA FONTE AVEC DES MATIÈRES PLOMBEUSES.

nsi que nous l'avons dit précédemment, cette méthode est iquée avec avantage dans tous les ateliers où il est facile de arriver le combustible et les matières plombeuses. On l'em- concurremment avec les diverses méthodes d'amalgamation squelles elle présente une grande économie, mais en lui ınt les minerais sulfurés, antimoniés, etc., riches, à cause erte de métal précieux qui accompagne sa mise en pra- u reste, elle ne nous arrêtera pas longtemps; en effet, elle avec les méthodes décrites à propos du plomb une analogie, et c'est en réalité le traitement d'une galène ère que celui que nous avons à décrire.
inerais sont d'abord grillés au four à réverbère et à basse ture; ils sont ensuite traités dans de petits fours à manche de hauteur environ, munis d'une seule tuyère; comme sion, on emploie les scories des opérations précédentes, de coupelle, etc., puis on projette dans le fourneau des natifs de combustible (charbon de bois) et de minerai. Ce- est plombeux est employé sans aucune addition; sinon, lange préalablement avec une proportion convenable de 'opération est conduite lentement, elle produit du plomb et des scories dont on rejette la plus grande partie, ur richesse. Ces différentes matières s'écoulent ensemble bassin de réception, où l'on débarrasse mécaniquement des impuretés qui souillent sa surface. Le métal est oulé dans des lingotières, et les lingots, portés à la cou- sont transformés, à la manière ordinaire, en litharges nt à de nouvelles fontes, et en argent.

AIMÉ GIRARD.

CHAPITRE II. — OR.

I.—MINERAIS D'OR.—GISEMENT ET EXPLOITATION.

Parmi les métaux, il n'en est aucun qui, à l'exception du fe soit disséminé à la surface du globe d'une manière aussi génér que l'or; mais tandis que le premier, abondant dans tous ses gi ments s'y présente sous les formes les plus diverses, l'or, au co traire, se rencontre toujours dans les siens en quantité infinime petite et y affecte constamment la même forme, c'est-à-dire l'ét métallique. Cette rareté même, aussi bien que ses qualités, s éclat, son inaltérabilité, sa malléabilité, sa grande densité, et en ont fait, depuis les temps primitifs, le plus précieux de to les métaux.

C'est au sein de filons de quartz, généralement blancs et pu que l'or paraît avoir été formé; lancé avec cette gangue au se des terrains granitiques, il s'est disséminé au milieu d'eux paillettes qui, attestant toujours par leur aspect la fusion qu'el ont subie, présentant, dans certains cas fort rares, la forme d'o taèdres ou de cubes, ne mesurent généralement que des dime sions très-petites, et constituent une sorte de sable métalliqu Quelquefois cependant, les fragments d'or isolés présentent d dimensions relativement considérables, ce sont alors des *pepi* dont le poids varie; habituellement ce poids est de quelqu grammes, mais on en compte qui pèsent jusqu'à 500 gramme M. de Humboldt même parle d'une pépite pesant 12 kilogr., M. Dumas, d'une autre pesant 50 kilogrammes.

Ce mode de gisement de l'or n'est cependant point le seu décomposées par l'action lente des eaux, les roches granitiqu dont nous venons de parler se sont, en mainte contrée, réduit en poussière et ont formé des terrains d'alluvion; entraînées av les autres éléments de la roche, les paillettes d'or s'y sont gro sièrement mélangées, et c'est dans les sables ainsi formés que le mineurs vont, le plus souvent, les chercher. Les parcelles d'o que l'on rencontre dans le lit de certains fleuves y ont été dé posées de cette façon.

Enfin, l'or se trouve quelquefois associé à des pyrites et de galènes qu'on désigne alors sous le nom d'*aurifères*. Mélang

nement aux composés sulfurés que renferment ces pyrites, existe sans doute à l'état métallique, quoique l'examen le attentif ne permette pas d'y déceler les plus petites paillettes , même à l'aide du microscope. Quelques savants cependant, otamment M. Dumas, admettent que, dans ces pyrites, l'or partiellement au moins, à l'état de sulfure.

or natif n'est jamais complétement pur, mais ses impuretés en petit nombre, et il n'en est qu'une seule, l'argent, qui encontre en quantités souvent notables; les autres, telles que uivre et le fer, n'y existent jamais qu'en proportions infinit petites. C'est ce que montrent les exemples suivants emntés aux travaux de MM. Boussingault, Rose, T. H. Henry, etc.

LOCALITÉS.	OR.	ARGENT.	CUIVRE.	FER.
amaboc (Afrique).............	98,06	1,39	0,15	»
thurst (Australie)............	95,68	3.92	»	0,16
ifornie.......................	86,57	12,33	0,29	0,24
ifornie.......................	90,42	9,01	0,87	»
s Auchas (Mexique)..........	84,50	15,50	»	»
ral...........................	70,86	28,30	0,84	»
ésie..........................	98,96	0,16	0,35	»
nsylvanie....................	60,49	38,74	0,77	»

traitement métallurgique des minerais d'or est naturellet des plus simples; basé sur la densité considérable de ce al, il consiste, la plupart du temps, en un simple lavage qui, vant les gangues légères, laisse les paillettes d'or comme lu. S'il s'agit d'un minerai d'alluvion, le traitement a lieu ii simplement que nous venons de le dire; s'il s'agit d'une roche, e-ci est d'abord pulvérisée, puis traitée de la même manière; n, si le minerai est pyriteux, un grillage préalable doit venir der la pyrite lourde et la transformer en sulfates et oxydes ers et faciles à entraîner par le lavage. Dans certains cas, lorsce traitement ne fournit pas assez rapidement l'or à l'état pureté, une amalgamation suivie d'une distillation achève le ail.

uelquefois enfin, lorsque le minerai est pyriteux et pauvre, le édé d'amalgamation est appliqué directement à la masse exe de la mine et pulvérisée; la matière fine fournie par le ge des roches aurifères ordinaires est, souvent aussi, soumise nalgamation.

xtraction de l'or a lieu, de nos jours, en un grand nombre de ités, avec des degrés d'importance extrêmement variables. Il

serait fort difficile de retrouver la trace des pays où l'antiquité a puisé les masses d'or dont elle façonnait ses vases et ses monnaies, et l'on ne saurait aujourd'hui encore dire quelle est la contrée désignée par l'ancien Testament sous le nom de terre d'Ophir. Les ressources de la Grèce et de Rome sont mieux connues, et l'on sait avec quelle ardeur ces deux grandes nations ont exploité l'Italie méridionale, l'Espagne, les bords de l'Indus, etc., et surtout les riches gisements de l'Illyrie; les mines, aujourd'hui encore en activité, de la Transylvanie et de l'Oural leur étaient même connues. Dans les temps modernes, et jusqu'à la découverte du nouveau monde, les faibles quantités d'or introduites dans la circulation européenne eurent, pour la plus grande partie, la même origine; un certain nombre de fleuves de l'Europe, le Danube, le Rhin, le Rhône fournissaient en même temps une faible proportion d'or extraite par le lavage des sables qui forment leur lit.

Les conquérants du nouveau monde changèrent cet état de choses, et le Brésil, le Pérou, le Mexique, etc., enrichirent l'Europe de masses d'or si considérables que la valeur de ce métal diminua des deux tiers. Enfin, de nos jours, la découverte de minerais d'une abondance et d'une richesse inconnues jusqu'ici, en trois contrées différentes, la Sibérie (1842), la Californie (1847) et l'Australie (1851) causèrent dans la production et la consommation de l'or une révolution véritable. Les arts et la fabrication de la monnaie en tirèrent un parti considérable, et tout en restant le plus précieux des métaux, l'or vint apporter aux transactions commerciales des facilités inattendues.

Devant l'abondance de cette production, un grand nombre de petites exploitations durent céder; celle, entre autres, des laveurs de sables fluviaux (*orpailleurs*) disparut, et quelques mines de richesse insignifiante arrêtèrent leurs travaux. Cependant l'or est extrait aujourd'hui dans un grand nombre de localités, dont les plus importantes sont : l'Australie, la Californie, le Mexique, l'Amérique du Nord (monts Apalaches), le Brésil, le Pérou, le Chili, l'Afrique centrale (Kordofan, Sofala), la Sibérie (monts Oural), la Hongrie, le Piémont, etc. Partout, d'ailleurs, les opérations sont conduites d'après les principes que nous avons exposés en commençant, et dont l'application est partout avantageuse; quelques modifications apportées aux détails de manipulation et aux appareils, établissent seules entre les diverses exploitations des différences peu sensibles.

[redacted]

II.—EXTRACTION DE L'OR PAR LE LAVAGE.

PRÉPARATION DES MINERAIS.

Broyage, bocardage et pulvérisation.—Cette première partie des opérations ne s'applique qu'aux roches dures de quartz dans lesquelles les paillettes et pépites d'or se trouvent disséminées ; elle est complétement inutile pour les minerais d'alluvion. Le broyage des fragments de roc, détachés au pic et concassés d'abord au marteau, a lieu généralement entre deux forts cylindres métalliques disposés horizontalement et marchant en sens contraire ; projeté entre ces deux cylindres dont on fait varier l'écartement suivant la grosseur que l'on veut donner à la matière, le minerai se trouve saisi et broyé rapidement. Les bocards employés sur les *placers* (exploitations d'or) sont généralement de petite dimension, et l'arbre portant les cames chargées de soulever les tiges des pilons est mû par une manivelle, à bras d'homme ; l'opération a lieu à sec, et le produit, amené à l'état de sables aussi fins que possible, est, en dernier lieu, porté sous des meules horizontales de fonte ou de granit, qui, sans altérer sensiblement la grosseur des paillettes, transforment la gangue en une poussière fine, légère et facile à enlever par le lavage.

Grillage.—Les minerais pyriteux exigent seuls cette phase du traitement ; elle est d'ailleurs d'une grande utilité, car à la fin du lavage, il est toujours fort difficile, sinon impossible de débarrasser le sable d'or des fragments de pyrite lourds qui s'y trouvent mélangés. Cependant, il est rare que le grillage soit pratiqué, et l'on préfère, ou bien soumettre directement le minerai pyriteux à l'amalgamation, ou bien extraire par le même procédé l'or du minerai enrichi autant que possible par le lavage, mais encore mélangé aux pyrites. Du reste, le grillage des pyrites aurifères, lorsqu'il est pratiqué, a toujours lieu de la manière la plus simple, en les abandonnant en tas, à l'action de l'air, jusqu'à ce que tous les sulfures métalliques se trouvent transformés en produits légers (oxydes et sulfates) ; leur lavage s'accomplit ensuite avec une grande facilité.

LAVAGE DES MINERAIS D'OR.

Lavage à la main.—C'est la méthode la plus ancienne, la plus simple et de beaucoup la plus répandue ; l'appareil le plus ordinairement employé consiste en une sorte de cône renversé en tôle

ou en zinc, très-aplati, dont la base mesure environ 50 centimètres; au sommet de ce cône est réservée une petite cavité, chargée de recevoir le dépôt des matières lourdes. Dans cette espèce d'entonnoir, on projette le minerai, quelle que soit son origine, puis on plonge le tout dans l'eau, en ayant soin de tenir la base ouverte assez près de la surface du liquide; cela fait, on délaye d'abord le minerai avec la main, en évitant qu'il s'en échappe la moindre parcelle hors du cône; puis, le délayage achevé, on donne à l'appareil un mouvement giratoire très-rapide. Sous l'influence de ce mouvement, les diverses parties du minerai se meuvent, se déplacent et se superposent par ordre de densité, de telle sorte que bientôt l'or s'accumule au fond, dans la cavité, tandis que les parties terreuses remontent à la surface. Alors, et sans cesser d'agiter au sein de l'eau, on incline le cône successivement de différents côtés, de manière à laisser écouler les portions stériles déposées à la surface. On poursuit ce traitement en redoublant d'attention, au fur et à mesure que la masse diminue, et l'on retrouve dans la cavité une petite quantité d'or métallique, assez pur dans la plupart des cas, et quelquefois seulement mélangé de pyrites.

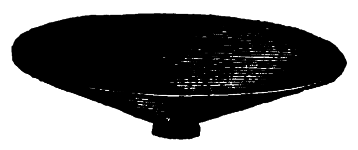


Fig. 469.—Cuvette des laveurs d'or.

Au lieu du cône métallique que nous venons de décrire, et dont l'usage est général en Californie, en Australie, etc., on emploie dans quelques contrées, notamment au Brésil et au Mexique, de simples sébiles en bois.

Lavage mécanique.—L'appareil le plus simple, celui qui a servi de point de départ à la construction des machines les plus compliquées, est celui qu'on désigne sous le nom de *berceau*. Il consiste en une sorte de table de 2 mètres de long environ, légèrement inclinée en avant, et portée sur deux rouleaux de bois, au moyen desquels on peut lui communiquer un mouvement plus ou moins rapide de va-et-vient; de là son nom de *berceau*. Cette table est munie de rebords B, D, qui se redressent de manière à constituer un coffre ouvert sur la plus grande partie de son étendue; le rebord placé en avant, c'est-à-dire à la partie la plus basse D, est percé de trous; les côtés latéraux s'élèvent jusqu'à l'arrière, où ils portent un châssis à rebords A dont le fond est formé par une toile métallique. Sur la table formant le fond du coffre principal sont disposées de petites barres transversales C, C,

portant des échancrures de plus en plus petites. Pour faire usage de cet appareil, on jette sur la toile métallique le minerai pulvé-



Fig. 470.— Berceau pour le lavage des minerais d'or.

risé et on l'y étend à la main, tout en l'arrosant d'un filet d'eau continu. Les sables grossiers restent sur ce châssis; on les rejette s'ils sont stériles, on les pulvérise à nouveau s'ils sont riches; les matières fines, qu'elles soient lourdes ou légères, tombent sur le fond du coffre, et l'eau qui coule à la surface de celui-ci opère le lavage, en même temps que le mouvement de va-et-vient imprimé à tout l'appareil active son effet. Les parties les plus lourdes, les parcelles d'or sont arrêtées peu à peu par les barres transversales, et les trous, que porte le rebord antérieur D, ne laissent écouler, en définitive, que les boues légères et stériles.

Cet appareil est aussi simple que commode, il fournit d'excellents résultats; c'est d'après son principe qu'ont été construites toutes les machines connues sous le nom de *laveurs*, *séparateurs*, etc., qu'a fait éclore dans ces dernières années la découverte des *placers* californiens et australiens. Nous n'entreprendrons pas la description de ces machines ; elle nous entraînerait trop loin, et ce que nous venons de dire sur l'appareil élémentaire suffit largement à l'intelligence de notre sujet.

Lavage final.—Quelque soigné que soit ce lavage manuel ou mécanique, on n'arrive pas toujours, du premier coup, et même avec les minerais ordinaires, à la production de l'or pur. Lorsque surtout celui-ci est en paillettes extrêmement fines, il est difficile de le débarrasser des dernières portions de gangue qui le souillent et qui lui font donner le nom de *schlich gris*. Pour le purifier et le transformer en *schlich noir*, on lui fait subir un dernier lavage qui exige une grande habileté et qui doit être conduit avec la plus

sévère attention. Ce lavage a lieu sur des tables divisées par des planchettes transversales; à la partie supérieure s'écoule un filet d'eau qui se répartit également sur toute la surface. L'ouvrier, chaussé de sabots de bois, monte sur cette table, et, divisant la matière soit avec une pelle de bois, soit avec un balai, de manière à présenter constamment au courant de nouvelles surfaces, amène le sable au contact de l'eau qui l'entraîne peu à peu. Dans quelques contrées, et notamment au Brésil, au lieu de disposer sur ces tables des planchettes transversales, on les recouvre de flanelles ou de peaux tannées, mais non épilées; les unes et les autres sont d'ailleurs disposées de telle sorte que les poils se présentent face au courant; la poudre d'or, placée sur ces surfaces, se purifie promptement, et pour recueillir le métal précieux, on se contente d'enlever de temps en temps la peau ou la flanelle et d'en détacher l'or en la plongeant et l'agitant dans un baquet plein d'eau

III.—EXTRACTION DE L'OR PAR AMALGAMATION.

AMALGAMATION DU MINERAI CONCENTRÉ.

Ainsi que nous avons eu déjà l'occasion de le dire, l'amalgamation a lieu dans trois cas différents : 1° sur le minerai concentré, et c'est alors un moyen de purification ; 2° sur les boues légères fournies par le lavage, ainsi que cela se pratique principalement sur le produit pulvérisé des roches dures ; 3° enfin sur certains minerais pyriteux très-pauvres en or.

Le premier cas est le plus simple, par suite de la petite quantité de matière sur laquelle on opère; quelquefois même l'amalgamation a lieu dans ce cas par un simple pétrissage à la main ; la poudre d'or, encore mélangée d'un peu de gangues et de pyrites lourdes, est malaxée dans une terrine avec la quantité de mercure convenable, et l'amalgame liquide se sépare aisément des impuretés qui viennent nager à la surface. Mais, dans les exploitations un peu importantes, on emploie, pour obtenir le même résultat de petits appareils semblables au suivant : c'est un cylindre de fonte A fermé à la partie inférieure. A la partie supérieure, deux barres CB croisées soutiennent un axe E qui, fixé au centre du fond, et mû par une manivelle D placée à la partie supérieure, met en mouvement quatre palettes F munies de barres verticales. Dans ce cylindre, on place d'abord la quantité nécessaire de mercure, puis on projette peu à peu la poudre d'or, celle-ci se dissout, tandis

que la gangue remonte à la surface ; et lorsqu'on juge l'opération terminée, on décante simplement l'amalgame liquide par le robinet H.



Fig. 471. — Cylindre pour l'amalgamation.

AMALGAMATION DES BOUES.

Cette opération n'est pratiquée que rarement ; elle est surtout usitée lorsque les matières mises en travail sont des roches quartzeuses où l'or est disséminé en paillettes excessivement fines ; elle présente alors des avantages ; elle est conduite, en cette circonstance, dans des appareils liés intimement aux tables de lavage ; ces appareils sont de formes très-diverses ; l'un des plus répandus est celui de Smith, dont nous décrirons les principales dispositions. Il se compose de trois parties distinctes : le broyeur A, le laveur B et l'amalgameur C ; une manivelle, mue à bras d'homme, imprime le mouvement général à toute la machine. Dans la caisse A se meuvent circulairement quatre

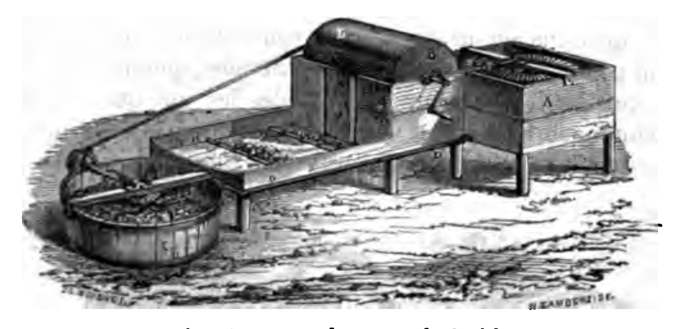


Fig. 472. — Amalgameur de Smith.

rouleaux broyeurs auxquels l'arbre P communique le mouvement. C'est là qu'on jette le minerai ; par-dessus, on ajoute une quantité d'eau suffisante ; puis on procède à la pulvérisation. Lorsqu'elle est achevée, sans laisser le mouvement s'arrêter, on ouvre un robinet commandant le tuyau D, et la boue une renfermant la plus grande partie des gangues et quelques portions d'or vient se rendre dans l'amalgameur C. Les sables lourds qui renferment presque tout l'or sont enlevés de

la caisse A et jetés dans le tonneau B, que l'on a préalablement rempli d'eau, et au sein duquel se meut un agitateur. Aussitôt que, grâce à cette agitation, la masse est bien mélangée, on renverse le tonneau, qui laisse écouler toute la matière par l'ouverture L; on lève en même temps la vanne V, et le mélange d'eau, de gangue et de paillettes d'or vient se répandre sur la table de lavage; l'or s'arrête et l'eau s'échappe en entraînant dans l'amalgameur C les matières les plus fines. Six bras, munis de tiges métalliques, tournent constamment dans cet amalgameur et amènent au contact du mercure qui les dissout les parcelles d'or trop légères pour s'être déposées dans la caisse A ou sur la table de lavage.

AMALGAMATION DIRECTE.

Les contrées dans lesquelles les pyrites aurifères sont soumises à l'amalgamation directe sont peu nombreuses; toutes emploient le même procedé, et celui-ci consiste à pulvériser le minerai aussi finement que possible pour le broyer ensuite au contact du mercure.

Quelquefois, mais rarement, la pyrite est soumise au grillage avant d'être amalgamée, et l'on obtient de cette façon un rendement plus considérable.

Les appareils en usage pour la conduite de cette opération varient peu dans leurs dispositions générales; quelques modifications de détail les différencient seules les uns des autres. Le plus simple de tous parait être celui qu'emploient les mineurs piémontais, et c'est aussi celui qui nous servira de modèle dans

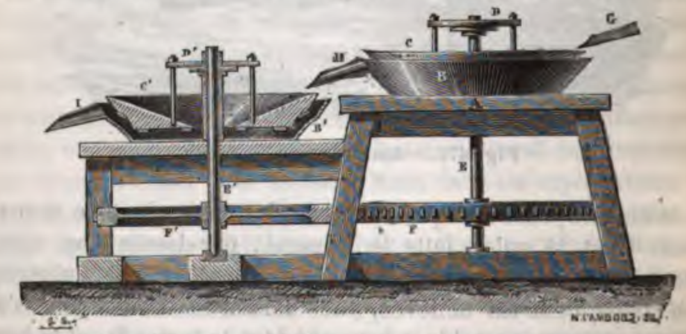


Fig. 473.—Appareil d'amalgamation du Piémont.

la description qui va suivre. Chaque atelier d'amalgamation contient quatre moulins semblables, disposés par échelons, de telle

[redacted]

sorte que les produits de l'un puissent se déverser dans l'autre. L'appareil simple se compose d'une sorte de cuvette en fonte B, représentant une portion de tore et mesurant environ 60 centimètres de diamètre. Cette cuvette est solidement fixée par des écrous sur une table de chêne A et porte sur le côté une goulette H qui s'allonge jusque sur l'appareil voisin. Au centre de la cuvette s'élève un arbre vertical E, portant, au moyen d'un collier D, une pièce de bois C, dont la surface intérieure représente un entonnoir, tandis que la surface extérieure possède en relief la même forme que la cuvette possède en creux; une distance de deux centimètres environ sépare la pièce de bois de la cuvette; en outre, la pièce de bois porte extérieurement des dents en fer qui viennent presque au contact de celle-ci.

Le minerai pulvérisé et délayé arrive, par un caniveau G, dans le premier entonnoir, qui est animé d'un mouvement assez rapide, et de là tombe à la partie inférieure, entre les deux surfaces; là il rencontre 20 à 25 kilog. de mercure que l'on a eu soin d'ajouter préalablement, dont la surface est sans cesse renouvelée par les dents de la meule de bois, et qui, saisissant au passage les paillettes d'or, les dissout rapidement. Pendant ce temps, les parties légères du minerai qui se sont accumulées dans l'entonnoir débordent par les côtés et viennent se répandre par la goulette H, dans l'entonnoir du deuxième moulin, où les mêmes opérations se succèdent; du deuxième moulin, ces parties fines passent au troisième, puis au quatrième, abandonnant chaque fois au mercure les parcelles d'or échappées au traitement précédent; après quoi les matières épuisées sont rejetées. Ce traitement est continué pendant un temps plus ou moins long, suivant la richesse du minerai; plusieurs semaines s'écoulent en général sans qu'on enlève l'amalgame; puis, lorsqu'on reconnaît que le mercure est saturé, on le recueille et l'on recommence une nouvelle opération.

IV.—DISTILLATION DE L'AMALGAME ET FUSION.

Il ne nous reste que peu de mots à dire sur cette partie du traitement; elle est en effet copiée exactement sur les opérations correspondantes du traitement de l'argent.

La distillation a lieu soit au moyen des appareils à cloche que nous avons décrits, soit au moyen de petites cornues en fonte; les

petites quantités d'amalgame sur lesquelles a lieu cette distillation rendent l'emploi de ces dernières plus habituelles.

L'or en éponge laissé par la distillation et l'or en paillettes obtenu par le lavage sont ensuite fondus dans des creusets de plombagine, avec addition d'une petite quantité de borax; les impuretés terreuses remontent à la surface et forment avec le borax une scorie que l'on enlève; puis enfin, lorsque le bain paraît d'une pureté parfaite, on coule le métal dans des lingotières en fonte préalablement chauffées.

AIMÉ GIRARD.

CHAPITRE III. — PLATINE.

I.—MINERAI DE PLATINE, GISEMENT ET EXPLOITATION.

On désigne sous le nom de *mine de platine* une substance blanche, métallique, en grains petits et lourds qui, disséminée en général dans des terrains d'alluvion, constitue le seul minerai de platine qui se rencontre dans la nature. Le gisement de ce minerai présente, avec celui de l'or natif, la plus grande analogie, et souvent l'un et l'autre gisent côte à côte dans le même terrain. Comme l'or, le platine existe dans son minerai à l'état métallique; mais, comme lui, il est toujours associé à des métaux étrangers dont le plus important est l'iridium, à côté duquel viennent se placer, d'abord, mais en quantité très-faible, des métaux d'une excessive rareté, tels que le palladium, le rhodium, l'osmium et le ruthénium; puis, en proportion souvent assez abondante, le fer et le cuivre. Du reste, le tableau ci-dessous peut donner une idée de la composition habituelle de ces minerais.

LOCALITÉS.	BARBACOAS (Berzélius).	RIVIÈRE PINTO (Svanberg).	MONTS OURAL (Deville et Debray).
Platine.............	84.30	84.34	76.4
Palladium...........	1.06	1.66	1.4
Rhodium............	3.46	3.13	0.3
Iridium.............	1.46	2.58	4.4
Osmiure d'iridium...	1.03	1.75	0.5
Manganèse..........	»	0.31	»
Fer.................	5.31	7.52	11.7
Cuivre..............	0.74	trace	4.1
Or..................	»	»	0.4
Sable...............	0.60	»	1.4
Perte...............	2.04	»	»
	100.00	101.29	100.5

La présence des différents métaux que nous venons de signaler et la nécessité de les séparer les uns des autres a rendu pendant longtemps la métallurgie du platine une des opérations les plus difficiles. Si, à la rareté de la mine, à la difficulté de la séparation, on ajoute en outre ce fait que la fusion du platine est une découverte toute récente, on comprendra comment, malgré les qualités précieuses qui le recommandent aux industries chimiques, ce métal n'a reçu, jusqu'à ces derniers temps, que des emplois fort restreints. Cet état de choses a subi, depuis un petit nombre d'années, une métamorphose complète; grâce aux travaux de MM. H. Sainte-Claire Deville et Debray, non-seulement la fusion du platine est aujourd'hui une opération des plus simples, mais encore on peut transformer directement, et par des opérations véritablement métallurgiques, la mine de platine en un métal précieux pour les arts.

Nous ne nous occuperons pas des moyens par lesquels on sépare ce minerai de sa gangue; ils sont identiques aux méthodes de lavage que nous avons décrites pour l'or; et lorsque ce dernier s'y trouve associé, une simple amalgamation l'enlève et le sépare complétement des composés platinifères.

C'est à partir du moment où la mine de platine proprement dite est isolée que les difficultés se présentent : les diverses méthodes employées jusqu'à ce jour, celle de Wollaston notamment, et celle qui, suivie par les chimistes russes, n'en est qu'une modification, reposent sur l'insolubilité de l'osmiure d'iridium et la solubilité du platine dans l'eau régale ; précipité de cette solution par un réactif convenable, puis ramené à l'état métallique, le platine, alors à l'état d'éponge, était ensuite soudé sur lui-même par une compression énergique et une température élevée.

Ces méthodes, que nous décrirons rapidement, ont perdu la plus grande partie de leur intérêt par suite des rechérches de MM. H. Sainte-Claire Deville et Debray. Ces recherches, en effet, ont donné naissance à quatre procédés dont la pratique industrielle tire déjà parti. Deux d'entre eux, basés sur la voie sèche, permettent de transformer rapidement (et avec une dépense n'excédant pas 1 fr. à 1 fr. 25 par kil.) la mine de platine en un alliage de platine et d'iridium où le premier de ces deux métaux domine, et qui possède, au point de vue des applications des qualités supérieures à celles du métal pur. Soumis quelques instants à l'action de l'eau régale, puis martelé à nouveau, cet alliage devient complétement insoluble dans ce réactif, effet remarquable, que

M. Quenessen attribue à la formation d'une couche superficielle d'iridium pur.

Une autre méthode à laquelle MM. Sainte-Claire Deville et Debray donnent le nom de *mixte* leur permet de préparer du platine chimiquement pur, plus vite et à meilleur compte que par les anciennes méthodes.

Enfin, on doit encore aux mêmes chimistes une méthode de traitement applicable avec facilité aux osmiures d'iridium qui, accumulés depuis longues années dans les usines européennes, formaient un résidu, inutile jusqu'ici, mais dont les propriétés reconnues aux alliages d'iridium et de platine ont démontré toute l'importance.

Tels sont les procédés au moyen desquels a lieu aujoud'hui le traitement métallurgique de la mine de platine. La Russie qui, dans les monts Oural, possède les gisements les plus importants du globe, les emploie déjà. Les autres pays producteurs de platine, le Brésil, le Pérou, la Colombie, etc., dont le rendement annuel, inférieur à celui de la Russie, atteint 400 kilog. environ, envoient directement leurs minerais en France, en Angleterre et en Allemagne, où d'importantes usines les traitent, dès aujourd'hui, par les mêmes méthodes.

II.—MÉTHODES PAR VOIE HUMIDE.

MÉTHODE DE WOLLASTON.

Cette méthode est basée sur la dissolution dans l'eau régale du platine à l'exclusion de l'osmiure d'iridium, la précipitation du métal à l'état de chloroplatinate, la décomposition de ce sel et enfin la compression du métal spongieux ainsi obtenu.

L'eau régale dont on fait usage doit être faible; sans cette précaution l'osmiure d'iridium serait lui-même partiellement attaqué. On la prépare en prenant 15 parties d'acide chlorhydrique, auquel on ajoute ensuite son volume d'eau, et 4 parties d'eau-forte du commerce ($AzO^5,4HO$). Cette quantité doit être mise en présence de 12 parties de minerai, et suffit pour en dissoudre 10. L'opération est conduite dans un vase cylindrique en terre posé sur un bain de sable et muni à sa partie supérieure de deux tubulures, l'une pour l'introduction des matières, l'autre pour le départ du gaz. Dans l'intérieur de ce vase s'élève un axe vertical en porcelaine sur lequel on enfile une série d'assiettes percées d'un trou en leur milieu. Le minerai est placé sur ces assiettes,

le manière à éviter l'entassement au fond du vase, puis on ajoute 'eau régale. L'opération est commencée à froid; on la continue en élevant graduellement la température et laissant digérer pendant trois ou quatre jours. Lorsqu'après ce temps l'eau régale reste sans action, on décante la solution qui contient presque out le platine et les métaux étrangers (à l'exception de l'osmium et de l'iridium) à l'état de chlorures.

La solution refroidie est traitée par 4 parties de sel ammoniac dissoutes dans 20 parties d'eau; un précipité jaune de chloroplatinate se produit aussitôt; on le laisse déposer, on le jette sur un filtre, on le lave soigneusement à l'eau froide et on le presse légèrement pour exprimer les eaux mères. Tous ces liquides qui, outre les métaux étrangers, renferment encore une certaine proportion de platine, sont réunis, traités par des barreaux de fer bien décapés qui précipitent tous les métaux, à l'exception du fer; la poudre métallique est reprise, redissoute et précipitée comme le minerai lui-même : on prend seulement la précaution d'ajouter à la liqueur une certaine portion d'acide chlorhydrique concentré pour empêcher la précipitation du palladium et du plomb.

Le chloroplatinate d'ammoniaque, bien exprimé, est introduit dans un creuset de plombagine, où on le chauffe peu à peu et avec précaution; l'eau disparaît d'abord, puis le sel ammoniac se sublime, le chlorure de platine se décompose et laisse comme résidu une éponge de platine grisâtre et peu cohérente.

Pour tranformer cette matière spongieuse en un métal cohérent et malléable, on commence par la pulvériser dans un mortier et avec un pilon de bois, en ayant soin de ne pas écraser les grains, ce qui empêcherait ceux-ci de se souder pendant la compression; la matière pulvérisée est passée dans un tamis de linon, puis lavée au sein de l'eau; la boue fine qui se dépose pendant ce lavage est prête à être comprimée; les portions grossières sont de nouveau pulvérisées avec soin.

L'appareil employé par Wollaston pour opérer la compression du platine est un canon de laiton D de 30 centimètres de longueur sur 3 centimètres de diamètre intérieur; ce moule, légèrement conique, est, à sa partie inférieure, fermé par un bouchon nobile d'acier. On le remplit de poudre de platine, en prenant toutes les précautions nécessaires pour que la matière se tasse également; lorsqu'il est plein, on presse la partie supérieure avec un tampon de bois pour laisser écouler la plus grande partie de l'eau, puis on le couche sur une presse horizontale à levier J,H,

en faisant pénétrer par son orifice ouvert un bourreur E de forme conique comme lui. La pression est donnée graduellement et



Fig. 474.— Appareil de Wollaston pour la compression de l'éponge de platine.

poussée aussi loin que le permet l'appareil; lorsque son effet est complet, on enlève le canon et l'on en retire une masse de platine déjà assez cohérente pour ne point se rompre par le simple maniement. Cette masse est placée sur un feu de charbon de bois qui achève de la dessécher, et qui brûle la graisse et les autres impuretés organiques qu'elle peut contenir; puis, portée dans un fourneau à vent où, recouverte d'un creuset qui l'isole des charbons, elle est, pendant une heure, soumise à la chaleur la plus considérable qu'on puisse produire. Sous l'influence de cette haute température, les molécules de métal se soudent les unes sur les autres par une sorte de demi-fusion, et le platine, au sortir du fourneau à vent, est prêt à être laminé, forgé, étiré, etc.

MÉTHODE RUSSE.

Cette méthode diffère assez de celle primitivement donnée par Wollaston pour qu'il soit intéressant d'y insister quelques instants. L'attaque de la mine de platine a lieu par l'eau régale, dans de grandes capsules de porcelaine chauffées au bain de sable. La solution des chlorures est étendue avec des eaux de lavage d'opérations précédentes, jusqu'à ce qu'elle marque 35° Baumé, puis traitée par un lait de chaux, employé en quantité telle que la liqueur reste légèrement acide; l'iridium, le rhodium, le fer, le cuivre et une partie du palladium se précipitent à l'état d'oxyde, tandis que la liqueur reste chargée en chlorure platinico-calcique et renferme encore des traces de palladium et des autres métaux de la mine.

Cette liqueur est évaporée à sec, et le résidu est calciné au rouge

dans des moufles jusqu'à transformation complète du sel double en chlorure de calcium et en platine métallique. La masse ainsi obtenue est ensuite purifiée par un lavage qui enlève le chlorure de calcium et laisse le platine à l'état d'éponge, après quoi ce métal est comprimé et chauffé comme dans la méthode de Wollaston.

Quant au précipité fourni par la chaux et qui renferme, outre l'iridium, etc., une petite quantité de platine, il est lavé à l'eau et redissous par l'acide sulfurique; la solution, additionnée de sel ammoniac, laisse précipiter une petite quantité de chloroplatinate, qui est traité comme dans la méthode de Wollaston. L'eau mère dans laquelle ce sel a été précipité, et qui contient le palladium, le rhodium, l'iridium et même un peu de platine, est traitée par du cuivre métallique, qui précipite tous ces métaux; ceux-ci sont enfin redissous dans l'eau régale et séparés du platine de la même manière que ci-dessus.

III.—MÉTHODE PAR VOIE SÈCHE.

FUSION DIRECTE DU MINERAI DE PLATINE.

Cette méthode, par laquelle MM. Sainte-Claire Deville et Debray se sont proposé d'obtenir, non pas du platine pur, mais cet alliage de platine, d'iridium et de rhodium, dont les qualités sont supérieures à celles du métal pur, est d'une extrême simplicité; elle est basée sur ce fait que tous les métaux de la mine de platine, à l'exception du platine, de l'iridium et du rhodium, sont transformables en produits oxydés, lorsqu'on les soumet, dans une atmosphère oxydante, à la température élevée qui a permis à ces chimistes d'opérer la fusion du platine.

L'appareil dans lequel l'opération est conduite est celui dont MM. Sainte-Claire Deville et Debray ont tiré un parti si précieux pour toute la métallurgie des métaux réfractaires dont nous nous occupons. Il se compose d'une sorte de petit four à réverbère *nn*, en chaux vive, dans lequel, au moyen d'un chalumeau, on produit la haute température que développe le gaz de l'éclairage par sa combustion vive au contact de l'oxygène. Ce petit four est formé de deux parties mobiles, l'inférieure constituant une sole en forme de calotte sphérique, taillée dans un bloc de chaux vive, la supérieure exactement symétrique de la première. Au sommet de ce four pénètre le chalumeau; celui-ci est formé du chalumeau proprement dit qui amène le gaz oxygène, et d'une enve-

loppe concentrique C destinée à contenir un instant le gaz de l'éclairage qui arrive à sa partie supérieure, et dont la combustion ne

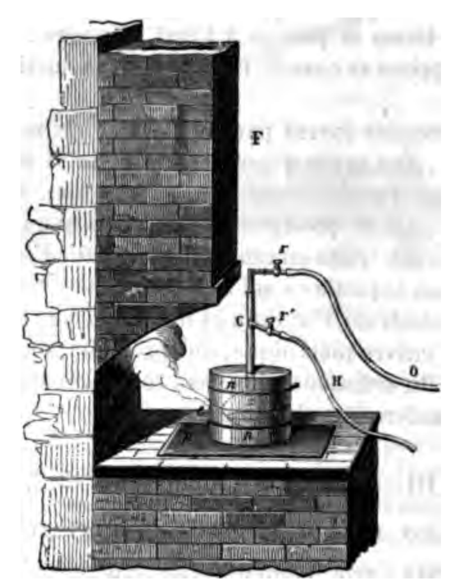


Fig. 475. — Fours en chaux de MM. Deville et Debray pour le travail du platine.

commence qu'à la sortie même de ce tube-enveloppe. Des robinets $r r'$ qui commandent les tubes d'arrivée des deux gaz, des vis au moyen desquelles on peut rapprocher ou éloigner les deux orifices de sortie permettent de rendre la flamme à volonté oxydante ou réductrice. L'appareil tout entier est porté sur une plate-forme en fonte mobile autour d'une charnière et armée de vis chargées de maintenir le four. Enfin, dans la partie supérieure de l'appareil est percée une ouverture que ferme exactement un bouchon de chaux caustique et par laquelle a lieu l'introduction des matières.

Pour obtenir dans cet appareil la fonte directe des minerais de platine, on commence par porter le four au rouge au moyen de la flamme du chalumeau, puis on y projette par l'orifice supérieur 200 à 300 grammes de minerai préalablement mélangé de 2 à 5 pour 100 de son poids de chaux réduite en fragments de la grosseur d'un grain de millet; puis l'on chauffe, en élevant rapidement la température au maximum, et maintenant toujours un léger excès d'oxygène. Bientôt le minerai entre en fusion et la

réaction commence; une oxydation rapide se produit à sa surface, le fer s'oxyde et donne naissance à du ferrite de chaux qui s'imbibe dans la sole du four; le cuivre, le palladium, l'osmium brûlent en donnant des produits volatils qui s'échappent par l'ouverture *e* placée à l'avant et que l'on dirige dans une cheminée F; lorsque l'oxydation paraît assez avancée, on ajoute de nouveau 200 à 300 grammes de minerai mélangé de chaux, et l'on continue jusqu'à ce que la sole du four soit remplie du métal en fusion. En prolongeant cette sorte de grillage, on peut obtenir du premier coup un alliage de platine et d'iridium très-pur, mais il est préférable de faire l'opération en deux fois, pour éviter l'altération des fours. On coule donc, avec les précautions que nous indiquerons plus loin, le métal qui, d'après MM. Deville et Debray, possède alors la composition suivante :

Platine	91.5
Iridium	5.9
Rhodium	0.5
Cuivre	0.8
Fer	0.5
	100.1

et l'on procède à la deuxième fusion ou affinage.

Cette opération s'effectue dans un appareil exactement semblable, et dans les mêmes conditions. Les dernières portions de cuivre et de fer brûlent en dégageant des produits volatils; et lorsque l'affinage est terminé, on coule le métal dans des lingotières, ou bien en le grenaille en le projetant dans des cuves ayant au moins 1 mètre de profondeur.

MÉTHODE PAR COUPELLATION.

L'extraction des métaux de la mine de platine, au moyen de cette méthode, offre la plus grande analogie avec l'extraction de l'argent par la fonte avec des matières plombeuses. La mine de platine, traitée au creuset par de la galène, donne un plomb platinifère et une matte plombeuse qui renferme la plus grande partie du cuivre et du fer, tandis que l'osmiure d'iridium reste inattaqué; le plomb platinifère est coupellé, puis rôti, et le platine qu'il laisse comme résidu est enfin fondu au chalumeau.

L'attaque de la mine de platine par la galène peut avoir lieu soit dans un creuset, soit dans un petit four à réverbère; dans ce dernier cas, il est facile de traiter jusqu'à 100 kilog. de minerai à la fois, ce qui dépasse de beaucoup les besoins actuels des arts.

Du reste, quel que soit l'appareil employé, la marche des opérations est toujours la même, et les détails qui vont suivre sur la marche des fours sont également applicables à l'emploi des creusets. Le four se compose d'un foyer F dont la flamme vient chauf-

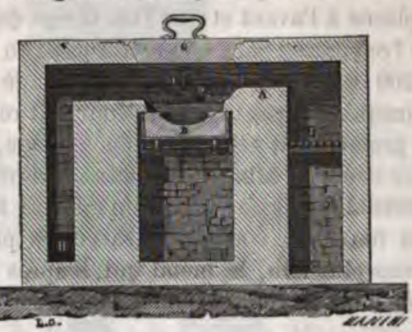


Fig. 476.—Four de coupellation pour l'extraction du platine par la méthode de coupellation de MM. Deville et Debray.

fer la cavité D; là se trouve, posée sur des galets, une sole mobile B. Cette sole est obtenue en battant fortement dans un châssis en fonte des cendres d'os ou de la marne, et ménageant au milieu de la masse une cavité elliptique plus ou moins profonde, suivant l'importance du minerai mis en traitement; elle mesure environ 40 centimètres de côté; en E débouche la buse d'une soufflerie.

Lorsqu'on veut opérer une fonte avec cet appareil, on commence par répandre sur la sole 25 parties de galène pulvérisée, que l'on recouvre d'un mélange formé de :

Minerai	50 parties.
Plomb	50 —
Galène	50 —

Le minerai et la galène ont dû être d'avance exactement mélangés, et le plomb réparti dans la masse en fragments de 20 30 grammes; sur le mélange, auquel on a donné la forme d'un t[illegible] conique, on répand encore 25 parties de galène. Tout étant ain[illegible] disposé, on chauffe en maintenant, autant que possible, l'atm[illegible] sphère réductrice; au contact du fer du minerai, la galène [illegible] réduit et le plomb formé s'allie au platine natif, sans agir [illegible] l'osmiure d'iridium; bientôt la masse entre en fusion. La fla[illegible] devient alors oxydante, et l'on donne un peu de vent par la bu[illegible] afin de brûler les produits sulfurés. A partir de ce mome[illegible] on voit se produire à la surface du bain des crasses d'oxyde de fe[illegible]

et de cuivre, que l'on enlève avec une spatule en fer; lorsque, cette opération faite, on reconnait que toute réaction est terminée, on puise au moyen de poches en fer le plomb platinifère, et on le coule dans des lingotières.

La coupellation a lieu ensuite dans un appareil exactement semblable, mais à sole un peu plus étroite ; sur la coupelle servant de sole, on introduit par l'ouverture G les lingots de plomb platinifères, et l'on chauffe d'abord à la houille, puis avec un mélange de houille et de bois, et enfin avec du bois. Sur le devant de la coupelle, on a ménagé un carneau qui se prolonge jusqu'au dehors du four et qui sert au départ des litharges. Sous l'influence de la chaleur et du vent envoyé par la buse E, le plomb s'oxyde et entraîne dans la coupelle les dernières portions de métaux étrangers ; au fur et à mesure qu'il disparait, on ajoute de nouveaux lingots ; bientôt l'alliage devient très-riche en platine, et ce n'est qu'en donnant un vigoureux coup de feu qu'on parvient à le maintenir en fusion ; enfin, cet alliage lui-même se solidifie et laisse sur la coupelle le platine iridifère sous la forme de mousse ou de choux-fleurs que l'on enlève.

Ceux-ci renferment encore du plomb (22 pour 100 environ), et leur fusion directe au chalumeau ne saurait être économique ; aussi faut-il auparavant leur faire subir l'opération que MM. Sainte-Claire Deville et Debray appellent le rôtissage. Plusieurs moyens peuvent être employés pour cela. Le plus simple consiste à placer les fragments de platine impur sur des coupelles d'os que l'on porte dans des moufles chauffés aussi fortement que possible ; là, les dernières portions de plomb s'oxydent, et la litharge qui en résulte, suintant à travers la masse, vient s'imbiber dans les coupelles. Le rôtissage peut aussi bien avoir lieu dans un four semblable à celui que nous venons de décrire en y projetant une flamme oxydante de bois sec.

Ainsi purifié, le platine iridifère est propre à être aisément fondu par la méthode ordinaire.

IV.—MÉTHODE MIXTE.

Les opérations que nous venons de décrire (§ III) ne fournissent, ainsi que nous l'avons dit, qu'un alliage de platine, d'iridium et de rhodium fort utile, mais qui ne saurait, dans toutes les applications, remplacer le platine pur. Pour produire celui-ci, MM. Deville et Debray ont imaginé une troisième méthode qui fournit

rapidement et à bon compte du platine d'une grande pureté.

Le minerai est attaqué par l'eau régale et séparé de l'osmiure d'iridium à la manière ordinaire. La solution de chlorure est évaporée lentement, jusqu'à ce qu'on voie se produire un commencement de décomposition. La poudre rouge qui résulte de cette évaporation est introduite dans un creuset de terre ou de platine qu'on dispose dans un fourneau rempli de charbon de bois non allumé. On met le feu par la partie supérieure et l'on fait rougir peu à peu et pendant quelque temps.

Toute la difficulté consiste à maintenir une température convenable pour réduire le platine à l'état métallique, mais insuffisante pour décomposer les oxydes d'iridium et de rhodium. Lorsque ce point est atteint, la masse est délayée dans l'eau et lavée par les moyens ordinaires; les matières légères, le palladium, les oxydes d'iridium et de rhodium, ceux de fer et de cuivre sont facilement entraînés, et l'on obtient, comme résidu, une poudre de platine d'une grande pureté, et qui, suivant MM. Deville et Debray, possède la composition suivante :

Platine	98.8
Oxyde d'iridium	0.6
	99.4

Fondue à la manière ordinaire, cette poudre fournit un métal d'une mollesse et d'une ductilité comparable à celle de l'argent.

V.—TRAITEMENT DE L'OSMIURE D'IRIDIUM.

La découverte des remarquables propriétés que possèdent les alliages triples de platine, d'iridium et de rhodium, au point de vue de l'élasticité, de l'inaltérabilité, etc., donne un grand intérêt à la méthode suivante, qu'ont récemment conseillée MM. Deville et Debray pour le traitement des masses d'osmiure d'iridium accumulées dans les usines depuis nombre d'années. Cette méthode est basée sur l'attaque de la matière par la baryte, le départ de l'osmiure à l'état d'acide osmique volatil, et la séparation subséquente des autres métaux.

L'osmiure d'iridium ou les résidus divers des opérations précédentes sont pulvérisés et mélangés intimement avec de la baryte et du nitrate de baryte, ou plus simplement avec du nitrate seul, dans la proportion suivante :

Osmiure d'iridium	100 parties.
Nitrate de baryte	100 —
Baryte	200 —

Le mélange, porté dans un creuset de terre, est chauffé au rouge, pulvérisé, projeté dans l'eau froide, puis traité peu à peu et avec précaution par l'acide nitrique. L'acide osmique auquel le nitrate de baryte, par son action oxydante, a donné naissance, est ainsi mis en liberté, et une légère ébullition suffit pour en produire la séparation complète. Les vapeurs, qui constituent un poison des plus dangereux, doivent être dirigées dans une bonne cheminée, ou recueillies dans une solution d'ammoniaque. Lorsque tout l'acide osmique a disparu, on traite la liqueur par une petite quantité d'acide chlorhydrique, et on laisse déposer par le refroidissement le nitrate de baryte. L'eau mère rougeâtre renferme à ce moment l'iridium, le palladium, le rhodium, un peu de platine et les métaux communs.

Pour séparer ces diverses substances, on étend la solution de de son volume d'alcool, et on la traite par le sel ammoniac qui précipite le chloroplatinate et le chloro-iridate d'ammoniaque; ce précipité, lavé soigneusement, et desséché, est enfin calciné avec précaution, et les métaux laissés par la décomposition des sels sont repris par de l'eau régale faible qui enlève le platine et laisse l'iridium insoluble.

D'un autre côté, la liqueur alcoolique est évaporée à sec; le résidu est humecté de sulfhydrate d'ammoniaque, additionné de quelques fragments de soufre et calciné à l'abri de l'air; le fer et le cuivre se transforment en sulfures; le palladium et le rhodium passent à l'état métallique. Si l'on traite ensuite ce mélange par l'acide nitrique, le rhodium reste seul, à l'état de pureté, et il devient facile d'obtenir le palladium en évaporant à sec et calcinant la solution des nitrates de palladium, de fer et de cuivre. Par cette calcination, en effet, le premier se sépare à l'état métallique, tandis que les deux autres métaux se transforment en oxydes aisément solubles dans l'acide chlorhydrique faible qui n'exerce aucune action dissolvante sur le palladium.

VI.—FUSION ET MOULAGE DU PLATINE.

Les différentes opérations que nous venons de passer en revue nécessitent presque toujours la fusion du platine, et cette manière de faire se substitue aujourd'hui d'une manière générale à l'ancienne méthode par compression imaginée par Wollaston.

La fusion du platine a lieu dans les fours à chaux que nous avons décrits (fig. 475), au moyen de la haute température déve-

loppée par le mélange du gaz de l'éclairage avec l'oxygène. L'hydrogène réussit également bien, mais son emploi est moins économique. Le four est d'abord porté au rouge; ce point atteint, on y projette peu à peu les fragments ou la mousse de platine qui ne tardent pas à entrer en fusion. La chaleur acquiert rapidement une telle intensité que, le four une fois chaud, deux heures suffisent pour mettre en fusion des masses de platine qui, dans la pratique, atteignent déjà 100 kilogr. à la fois.

Pour opérer le moulage avec sûreté et se mettre à l'abri des accidents que peut causer le maniement d'une masse semblable, que son éclat éblouissant empêche de distinguer les parois du four lui-même, MM. Deville et Debray conseillent de placer la sole sur une plate-forme en fonte mobile autour de charnières liées solidement à un plateau fixe ; lorsque la fusion est complète, on dispose le moule en face du trou de coulée, puis, sans aucun danger, on fait basculer lentement le four, de manière que le liquide se transporte tranquillement dans le moule.

Les moules employés par MM. Deville et Debray étaient primitivement faits de fonte plombaginée intérieurement, ou de plaques assemblées de charbon de cornues à gaz. M. Heraens, fabricant de platine, a introduit dans cette opération délicate un tour de main ingénieux permettant l'emploi de moules en fer forgé; il consiste à annuler tous les inconvénients dus à la fusibilité du fer en plaçant, au fond de la lingotière, une feuille de platine de 1 millimètre d'épaisseur, qui supporte le premier contact du métal en fusion. En opérant ainsi, on obtient des lingots très-sains sans soufflures, et susceptibles de subir toutes les actions mécaniques des outils industriels habituellement usités.

AIMÉ GIRARD.

CHAPITRE IV. — AFFINAGE DES MATIÈRES D'OR ET D'ARGENT.

I. — DIFFÉRENTS CAS D'AFFINAGE.

Les méthodes métallurgiques que nous venons de passer en revue dans les chapitres précédents sont loin de fournir l'or et l'argent à l'état de pureté; souvent ces deux métaux sont associés l'un à l'autre, plus souvent encore, l'argent se trouve mélangé au cuivre.

Cependant la production de l'or et de l'argent purs est indispensable pour les arts, et notamment pour l'art monétaire. Cette nécessité de purifier les produits bruts des ateliers métallurgiques a donné naissance à une industrie importante et délicate : l'affinage, qui, pratiqué rarement dans les pays producteurs de métaux précieux, ne se rencontre guère que dans les grands centres, où abondent les transactions commerciales. Paris et Londres possèdent plusieurs usines de ce genre.

Trois cas différents peuvent se présenter pour l'affinage des métaux précieux, et l'on peut se proposer de purifier :

1° Des alliages simples de cuivre et d'argent, cas auquel la marche est toujours la même, quel que soit le métal dominant;

2° Des alliages d'or et d'argent où l'or prédomine (*or tenant argent*);

3° Des alliages d'or et d'argent où l'argent prédomine (*argent tenant or*).

Nous examinerons successivement ces trois cas, dont les opérations dérivent toutes des mêmes principes : la solubilité du cuivre et de l'argent dans l'acide sulfurique, l'insolubilité de l'or dans ce réactif, et la précipitation des solutions d'argent au moyen du cuivre métallique.

II.—AFFINAGE DE L'ARGENT CUIVREUX (AFFINAGE SIMPLE).

Les lingots de matière précieuse sont d'abord fondus dans de grands creusets en terre très-réfractaire ; ces creusets sont placés dans des fourneaux à vent chauffés au coke, dont on utilise la chaleur perdue en plaçant les lingots au milieu même du rampant qui conduit à la cheminée les produits de la combustion. Dans les creusets, on ajoute une petite quantité de salpêtre, dont le but est d'oxyder les métaux étrangers, et principalement le plomb, que les lingots peuvent contenir ; au fur et à mesure que la fusion avance, on enlève les scories qui remontent à la surface au moyen d'une poche en fer percée d'un trou en son milieu, et permettant de laisser retomber dans le creuset le métal fondu. Ces scories sont mises de côté ; car elles entraînent toujours des globules métalliques, et plus tard, après avoir été pulvérisées avec les briques, les fonds de creusets, etc., elles sont lavées sur des tables dormantes ; les parties lourdes qu'elles laissent ainsi déposer sont refondues avec une petite quantité de carbonate de soude, et fournissent des lingots qui retournent ensuite à l'affinage.

Lorsque les lingots placés dans le creuset sont en pleine fusion, on grenaille la matière; dans ce but, le fondeur a près de lui, enfoncée dans le sol, une caisse cylindrique en tôle de 80 cent. de diamètre environ sur un mètre de profondeur. Au moyen d'une poche en fer, il puise le métal du creuset et le projette dans cette cuve pleine d'eau. Des tours de main particuliers permettent de transformer le métal en grenailles fines, quelle que soit sa composition.

Ces grenailles sont portées à l'atelier d'affinage pour y être soumises à l'action de l'acide sulfurique. La dissolution avait lieu autrefois dans des vases de platine; mais cette disposition, dont on a reconnu l'inutilité, a été abandonnée par la plupart des usines, qui, avec juste raison, se contentent d'appareils en fonte. La disposition la plus usitée comprend une chaudière hémisphérique en fonte C de 2 cent. d'épaisseur et d'un mètre de diamètre environ, et un couvercle en fonte également, sur lequel s'enchâsse

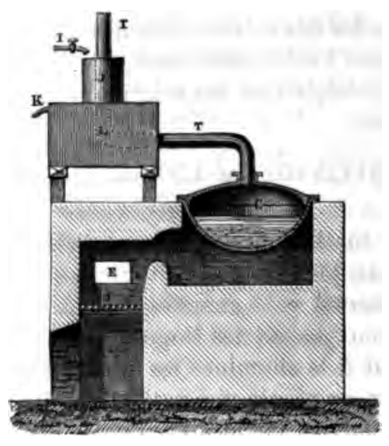


Fig. 477.—Chaudière pour l'affinage des métaux précieux.

un tuyau de plomb T. Cette chaudière n'est pas en contact direct avec le foyer, afin que, dans le cas où les parois viendraient à être percées, le liquide ne se perde pas au milieu du combustible; un petit autel sépare le foyer de la sole qui constitue un plancher sur lequel circulent les flammes. Le tuyau de plomb T, destiné au départ des gaz, se recourbe horizontalement et passe dans une caisse L où circule un courant d'eau destiné à abaisser la température des produits volatils de la réaction. De là les gaz se dirigent

dans une ou deux vastes chambres de plomb, dans lesquelles se condense l'acide sulfurique, entraîné mécaniquement.

Dans chaque chaudière de ce genre, on charge 100 kil. de grenailles; on recouvre la masse d'acide sulfurique à 62 ou 64°, puis l'on chauffe; peu à peu le métal se dissout, l'acide sulfureux se dégage en grande quantité et se rend dans la cheminée d'appel, entraînant toujours une certaine portion d'acide sulfurique, qui se condense sur le parcours. Lorsque la réaction paraît se ralentir, on ajoute de l'acide sulfurique, en renouvelant cette addition jusqu'à ce que toute la grenaille ait disparu. L'action est plus ou moins longue, suivant la nature de l'alliage; elle dure en moyenne deux heures et demie. La nature de la liqueur ainsi obtenue varie également; si la matière est fine (900 à 950 millièmes), la solution est très-limpide; si au contraire le degré de fin est inférieur à 900 millièmes, elle est trouble, et renferme en suspension des sous-sels noirâtres. Dans le premier cas, on siphonne au moyen d'un entonnoir amorcé à l'acide sulfurique; dans le second, on enlève avec une cuiller en cuivre le liquide trouble, que l'on dirige dans un grand bac formé de feuilles de plomb, soutenues par des murs en brique. Ce bac, d'une forme rectangulaire allongée, porte, du côté opposé à la chaudière, un robinet placé à 5 ou 6 cent. au-dessus du fond.

Dans le liquide ainsi décanté, on ajoute en grande quantité une solution de sulfate de cuivre provenant d'opérations précédentes, et marquant 35° Baumé; en même temps, on fait arriver dans la masse, au moyen de tuyaux de plomb, un courant de vapeur. Sous cette double influence, les sous-sels se dissolvent; on laisse reposer deux heures, en fermant le bac avec des couvercles en bois, pour éviter la déperdition de la chaleur, puis on décante, par le robinet placé à la partie inférieure, dans un autre bac à coins arrondis, et formé comme le premier d'une feuille de plomb soigneusement soutenue.

Dans ce dernier bac a lieu la précipitation de l'argent; on introduit dans le liquide des rognures de cuivre rouge, et principalement des bandes provenant du découpage des plaques; la décomposition a lieu bientôt, et l'argent se précipite à l'état de masse blanche et spongieuse que les ouvriers désignent sous le nom de *chaux d'argent*. Pendant tout le temps que dure cette partie du travail, un ouvrier touille constamment la solution, de manière à mettre toujours à nu de nouvelles surfaces de cuivre.

On reconnaît que la précipitation est terminée lorsque la solu-

tion, qui a pris une coloration bleue intense, ne précipite plus par l'addition d'une solution de sel marin. Ce point atteint, on siphonne la solution de sulfate de cuivre, et on l'envoie dans de grands bacs en plomb enterrés et couverts; c'est là que, régulièrement, on prend les eaux cuivreuses pour étendre le liquide provenant des chaudières de dissolution. Ces liqueurs, lorsqu'elles sont bien reposées et qu'elles ont laissé déposer les traces d'argent métallique qu'elles pouvaient avoir entraîné, sont employées à la fabrication du sulfate de cuivre ou couperose bleue. (Voy. *Aluns et Couperoses*, ALU.)

La chaux d'argent, retirée du bac où la précipitation a eu lieu, est soumise à un lavage soigné. Pour cela, on la verse dans une trémie A, de 1^m^ à 1^m^,20 de longueur, doublée de plomb, et dont le fond est percé de trous extrêmement fins. Tout autour de cette

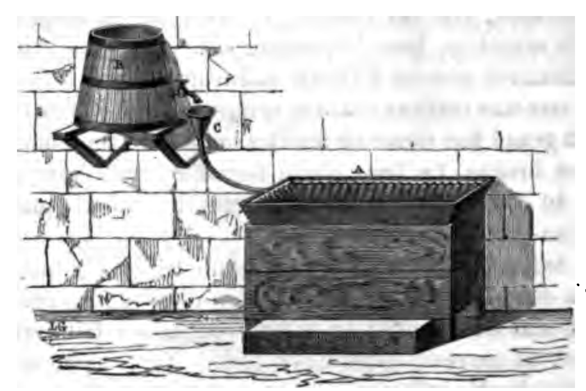


Fig. 478.—Filtre pour le lavage de l'argent précipité.

trémie un tuyau laisse jaillir, par un grand nombre de petits orifices, l'eau chaude provenant du bac B. A travers les trous du fond, une petite quantité d'argent s'échappe, entraînée par le courant d'eau, et vient se déposer dans la bâche inférieure, où on la recueille de temps en temps. L'eau de lavage s'écoule par un robinet placé un peu au-dessus du fond.

Une fois lavée, la chaux d'argent est introduite dans le *boisseau* (sorte de pyramide tronquée) d'une presse hydraulique. Lorsque le boisseau est plein de cette matière spongieuse, on pose à la partie supérieure, et parallèlement les uns aux autres, trois coins triangulaires en argent, et l'on presse. La chaux d'argent, soumise ainsi à une compression énergique, prend la forme que ces trois coins lui impriment et se partage en quatre lingots prisma-

ıes eux-mêmes, dont la masse a déjà acquis assez de cohé-
:e pour pouvoir être maniés sans danger de déformation, et l'on porte directement aux creusets pour les fondre et les ler ensuite dans des lingotières plates et rectangulaires.

II.—AFFINAGE DES MATIÈRES D'OR TENANT ARGENT.

es matières, pour pouvoir être affinées avec avantage, ont oin d'être préalablement transformées en un alliage d'une ri-sse déterminée. Celui-ci doit être formé de 25 parties d'argent ır 10 parties d'or. On réserve en général, pour produire cet age, des lingots d'argent tenant or, que l'on passe au creuset c les lingots d'or tenant argent, après avoir, bien entendu, erminé la teneur des uns et des autres. L'alliage grenaillé est uite traité par l'acide sulfurique dans les chaudières en fonte : nous avons décrites précédemment; on opère sur une quantité résentant environ 30 kil. d'or; l'attaque a lieu comme dans le mier cas. La matière étant fine, la solution sulfurique est lim-e; on la laisse reposer quelques instants, puis on la siphonne s les bacs en plomb; l'or reste au fond, inattaqué. Cependant, lque soin que l'on prenne, une certaine partie de celui-ci, ı00 environ sur 30 kil. mis en travail, s'écoulent dans le bac, on le retire ensuite lorsqu'il s'en est accumulé une quantité isante.

uand la décantation est achevée, on ajoute dans la chaudière nouvelle quantité d'acide sulfurique, et l'on fait bouillir pen-, une heure environ (*première poussée*). Au bout de ce temps, nlève l'acide au moyen d'une cuiller en cuivre, et on le con-e pour opérer de nouvelles dissolutions, car il est trop peu gé en argent pour pouvoir être traité directement; on enlève ıême l'or que surnageait cet acide, et on le place avec précau-dans des terrines en grès, où on le soumet au lavage.

tte opération a lieu sur une table qu'on appelle *table à l'or*, et st disposée de manière à permettre de recueillir les plus faibles ions de métal qui pourraient être entraînées hors des terrines; ie de rebords, cette table, qui est couverte d'une lame de ıb, s'incline vers l'une de ses extrémités où se trouve une ıe pleine d'eau; c'est là que vont se rendre les parcelles aînées par le lavage. On exécute ce traitement de la manière ıus simple, en ajoutant de l'eau dans chaque terrine, agitant que fois, laissant déposer, décantant et renouvelant quinze et

vingt fois ce lavage, jusqu'à ce que les eaux ne précipitent plus par le chlorure de sodium. Ce résultat une fois obtenu, on soumet encore une fois, pendant une heure, la poudre d'or à l'action de l'acide sulfurique bouillant dans une petite chaudière de la même forme que celle employée pour la dissolution: c'est ce qu'on appelle faire la *deuxième poussée*. On recommence ensuite le lavage de la même façon que précédemment, et enfin on fond la poudre d'or dans un creuset de plombagine, après l'avoir additionnée d'une petite quantité de borax.

Quant à l'argent tenu en dissolution dans l'acide sulfurique, il est séparé du cuivre que la liqueur peut contenir au moyen d'une précipitation identique à celle que nous avons décrite pour le premier cas.

IV. AFFINAGE DES MATIÈRES D'ARGENT TENANT OR.

Cette opération a acquis dans ces dernières années une assez grande importance, par suite de l'affinage exécuté sur une grande échelle des monnaies d'argent françaises, et surtout des pièces de 5 fr. mises en circulation pendant l'Empire et la Restauration. Ces monnaies, en effet, frappées avec de l'argent incomplétement affiné, renferment une quantité d'or, minime, il est vrai, mais suffisante pour rendre le travail rémunérateur. Le même mode d'affinage est, du reste, applicable à un grand nombre de lingots fournis par les arts.

Les matières soumises à l'affinage sont attaquées par l'acide sulfurique, directement s'il s'agit de pièces de monnaie et après grenaillage s'il s'agit de lingots. Lorsque la dissolution est complète, on siphonne, et on traite la liqueur pour argent comme nous l'avons indiqué ci-dessus. D'un autre côté, on recueille immédiatement les boues laissées dans la chaudière, et renfermant de l'or, un peu d'argent et de cuivre; on les lave par décantation, et on les refond au creuset. Débarrassée, dans cette première opération, de la plus grande partie de l'argent qu'elle contenait, et que l'acide sulfurique a dissous, la matière fournit ainsi un lingot qui, à l'opposé du lingot primitif, est riche en or, pauvre en cuivre et en argent. Ce lingot est donc devenu une matière d'*or tenant argent*, et par suite, son traitement est identique à celui que nous avons indiqué pour le deuxième cas.

AIMÉ GIRARD.

MÉTAUX ALLIÉS. ALLIAGES.

GÉNÉRALITÉS SUR LES ALLIAGES

On donne le nom d'*alliages* aux produits résultant de l'union des métaux entre eux. Les caractères extérieurs de ces composés sont exactement ceux des métaux; ils en possèdent l'éclat, la conductibilité pour la chaleur et l'électricité, l'élasticité, la malléabilité, la ductilité, etc. C'est ce qui a fait dire que les alliages sont, pour l'industrie, autant de métaux nouveaux, susceptibles d'applications nouvelles, et que la création d'un alliage, remplissant un but spécial, équivaut, au point de vue pratique, à la découverte d'un métal.

L'industrie tire un parti beaucoup plus grand des alliages que des métaux isolés. Il n'est pas de métal qui soit exclusivement employé à l'état de pureté. Le platine seul se trouvait dans ce cas, jusqu'à ces dernières années, mais on doit à M. Chapuis la découverte d'un alliage de platine et de rhodium inattaquable par l'eau régale, dont on commence à se servir dans la fabrication des vases de chimie.

Certains métaux, le fer, le cuivre, l'étain, le zinc, le plomb, l'aluminium sont employés à l'état isolé ou à l'état allié; d'autres, comme le bismuth, l'antimoine, l'or, l'argent, ne sont jamais utilisés que sous forme d'alliages.

Jusqu'à ces derniers temps, on admettait que les alliages étaient des mélanges, tant à cause de leur ressemblance frappante avec les métaux qui les constituent qu'en raison de ce fait, contraire aux lois qui président aux combinaisons chimiques, que les métaux semblent s'unir en toutes proportions. Il n'en est rien cependant, et si les alliages paraissent se faire en proportions quelconques, cela tient à ce qu'ils peuvent se dissoudre, une fois formés, dans les métaux qui les composent, si l'on emploie l'un d'eux en excès.

La chaleur et l'électricité qui se produisent, lorsqu'on forme les alliages; leur fusibilité, qui est plus grande que celle du métal le plus fusible; leur densité, qui n'est pas d'ordinaire la moyenne entre les densités des métaux, la composition atomique des alliages

naturels, la formation d'alliages cristallisés dans l'opération que nous décrirons sous le nom de *liquation*, sont autant de preuves de la vérité de ce fait, que les alliages sont de vraies combinaisons chimiques, masquées le plus souvent par leur dissolution dans un métal employé en excès.

Mode général de préparation.— Pour préparer les alliages, il faut fondre les métaux ensemble. L'opération se fait dans des creusets en terre, lorsqu'on n'agit pas sur de grandes masses; mais, quand on doit couler des pièces considérables comme des statues, des hélices de navire, etc., elle s'exécute dans des fours à réverbère, comme celui dont on trouvera plus loin la description.

On commence, en général, par introduire dans le creuset le métal le moins fusible, à moins cependant qu'il le soit trop peu et qu'il se dissolve bien dans l'autre, auquel cas il vaut mieux faire l'inverse; lorsque l'un des métaux est volatil ou très-oxydable, on le met en dernier lieu; et même, lorsque sa volatilisation est rapide comme celle du zinc, on ne l'ajoute qu'au moment de la coulée. D'ailleurs, l'ordre dans lequel on introduit les métaux semble n'être pas indifférent quant au résultat final; car il ressort de quelques expériences, que certains alliages formés par des métaux ont des propriétés différentes quand on opère leur mélange dans un ordre différent.

Enfin, il n'est probablement pas sans importance d'employer les métaux libres ou déjà en combinaison, quoique la question soit encore controversée. Ainsi, quand on fabrique le bronze monétaire, le fondeur obtient le même résultat, soit qu'il mêle dans le creuset le cuivre, le zinc et l'étain isolés, soit qu'il y introduise du cuivre, de l'étain libre et du zinc déjà allié à du cuivre sous forme de laiton. Mais, d'autre part, on prétend que le bronze, si justement estimé des frères Keller, doit sa perfection à ce que le zinc y était introduit sous forme de laiton, et tous les fondeurs en bronze savent qu'il n'est pas indifférent d'employer des métaux neufs ou d'anciens alliages, et qu'une pratique très-convenable est celle qui consiste à mêler à des métaux neufs moitié de leur poids d'alliage ancien de même nature.

Liquation. — Quoi qu'il en soit de ces deux points qui méritent de nouvelles études, dont on s'occupe en ce moment, les métaux étant fondus, il faut les brasser énergiquement avant de les couler, car les métaux ayant des densités très-inégales, le plus lourd resterait au fond, et le plus léger gagnerait la partie supérie

Cependant nous devons prémunir contre une erreur générale-

ent accréditée dans les ateliers : une fois que le brassage est opéré avec soin, l'alliage reste homogène pendant tout le temps où il est liquide ; il ne s'y forme plus de couches de compositions différentes jusqu'au moment où sa solidification commence. Il est loin d'en être de même à partir de cet instant. Lorsque l'alliage est coulé, et que sa solidification ne s'accomplit qu'avec lenteur, son homogénéité se détruit suivant des règles qui varient avec la nature des alliages ; mais elle se détruit à ce point que l'analyse donne des nombres très-différents pour l'alliage du centre et ceux des diverses parois.

Ce phénomène, d'une importance très-considérable, est connu sous le nom de *liquation*. Il est dû soit à ce que l'alliage chimique se sépare de l'excès de métal employé, soit à ce qu'il se fait plusieurs alliages distincts qu'on peut souvent isoler en cristaux, et qui, ayant des points de fusion différents, cristallisent les uns après les autres.

Toutes les fois que la masse coulée est un peu considérable, et toutes les fois surtout que le moule est mauvais conducteur, comme la terre, ou le sable, ce phénomène se présente avec une grande intensité. Ainsi, lorsqu'on veut couler un canon, il faut préparer un moule en sable beaucoup plus long que ne doit être la pièce et le remplir d'alliage fondu. La partie supérieure qu'on nomme la *masselotte* est ensuite rejetée ; riche en étain, elle ne présenterait aucune des qualités requises pour les bouches à feu.

La liquation amène donc un trouble considérable dans la fabrication des alliages. On en trouve encore un exemple dans la préparation des alliages monétaires. La monnaie d'argent française est formée de 900 d'argent et de 100 de cuivre. Avant de la mettre en circulation, on l'analyse, afin de s'assurer si elle est bien à ce titre ; or, pour analyser une pièce de cinq francs, on n'opère pas la prise d'essai en un seul de ses points, car les deux métaux ne se trouvant pas distribués d'une manière uniforme dans toutes ses parties, on n'obtiendrait pas le titre véritable ; il faut nécessairement enlever, au moyen d'un emporte-pièce, au centre et dans toute l'étendue de la pièce, de petites quantités d'alliage qu'on analyse ensemble.

Si la liquation joue un rôle fâcheux dans un grand nombre de circonstances, il en est d'autres où l'on est parvenu à l'utiliser d'une façon très-heureuse, et notamment lorsqu'il s'agit de retirer l'argent de certains plombs qui n'en renferment guère que 25

à 30 grammes par 100 kilogrammes, c'est-à-dire qui sont tro pauvres pour être traités avec avantage par l'ancien procédé d la coupellation. Ce traitement remarquable, dont le lecteur trouvera la description à la métallurgie du plomb (Voyez *Métau communs*, chap. III, PLOMB), est connu sous le nom de *pattinsonage*, du nom de l'inventeur, M. Pattinson, ou sous celui de procédé par cristallisation, parce qu'il est basé sur ce principe.

Nous avons dit que les alliages étaient plus fusibles que l métal le plus fusible qui entre dans leur composition. Ainsi il es un alliage très-remarquable à ce point de vue, c'est celui qu'o nomme : alliage fusible, alliage de Newton, alliage de Darcet, qu est constitué par 1 partie d'étain, 1 partie de plomb et 2 parties d bismuth. Le plus fusible de ces trois métaux est l'étain, qui fon à 228°, et cependant l'alliage fond à 93°, c'est-à-dire au-dessou du point d'ébullition de l'eau. En diminuant la quantité de bis muth on obtient des alliages dont le point de fusion varie entr 100 et 200° degrés, dont on s'est servi pour fabriquer des plaque fondant à des températures déterminées, avec lesquelles on fer mait les ouvertures des chaudières à vapeur à haute pressior La composition de l'alliage adopté était telle que la fusion ava lieu à quelques degrés au-dessus de la température correspondar au maximum de tension. Mais on a bientôt reconnu que l'empl de ces plaques ne présentait aucune garantie de sûreté. En effe il est fort difficile, d'après ce que nous avons dit, d'obtenir apr la fusion une solidification rapide qui laisse les proportions de métaux identiques dans toute leur étendue. Or, si la compositio de la plaque varie, il suffit qu'elle soit exposée à une chale capable de fondre l'alliage le plus fusible pour que celui-ci s'écou peu à peu, et pour qu'à la longue la plaque prenne l'aspect d'u véritable éponge dont toutes les propriétés utiles ont dispar C'est ce qui arrivait pour ces plaques, et l'on a été contraint d' renoncer.

Ainsi, quand on chauffe un alliage à une température insu fisante pour le fondre en entier, mais capable cependant d fondre quelques-uns des alliages qui s'y trouvent tout formés ceux-ci suintent peu à peu à travers la masse métallique, qu'il laissent alors sous forme d'une éponge, dans laquelle tout cohérence, toute ténacité a cessé d'exister. Il peut même se fair que ces alliages qui s'écoulent ne préexistent pas, mais se formen pendant le temps assez long où l'alliage est soumis à une température voisine de son point de fusion. Ce phénomène, différent

du premier, a reçu le même nom que lui; on dit encore, dans ce cas, qu'il s'est formé une *liquation*, que l'alliage s'est *liquaté*.

L'industrie tire parti de cette propriété des alliages pour extraire l'argent disséminé dans des masses de cuivre considérables, ainsi qu'il a été décrit, à propos de la métallurgie de ces métaux. (Voyez *Métaux communs*, chap. II, CUIVRE.)

Les alliages sont des combinaisons chimiques; mais ces combinaisons sont extrêmement faibles, et par suite elles se détruisent avec une extrême facilité. L'action de la chaleur, par exemple, décompose un grand nombre d'alliages, et ce fait se présente, soit lorsqu'un des métaux est volatil, soit lorsqu'un d'eux est oxydable et que l'autre ne l'est pas. La métallurgie de l'argent où ce métal, allié d'abord avec le mercure, est ensuite séparé par la distillation, est un exemple de la première de ces deux propriétés. (Voy. *Métaux précieux*, chap. Ier, ARGENT), Quant à la seconde, l'analyse et la métallurgie l'utilisent pour séparer le plomb de l'argent pendant la coupellation. (Voy. *Introduction. Essais d'or et d'argent* et *Métaux communs*, chap. III, PLOMB.)

En général, les alliages sont moins oxydables que les métaux libres qui les constituent; cependant il y a des exceptions dont l'industrie a su tirer un parti très-avantageux.

L'oxyde de plomb pulvérulent, connu sous le nom de *massicot*, s'obtient par l'oxydation directe du plomb à une température suffisamment basse pour que la fusion de l'oxyde n'ait pas lieu, auquel cas il se formerait de la litharge. Cette oxydation est très-longue; mais on l'accélère notablement en faisant entrer dans le métal une faible proportion d'antimoine, qui est suffisante pour activer l'oxydation, mais qui est incapable d'altérer les caractères de l'oxyde obtenu.

L'étain et le plomb s'oxydent lentement lorsqu'on les chauffe dans l'air et sans qu'il en résulte un dégagement de lumière. Au contraire, l'alliage formé par 3 parties de plomb et 1 partie d'étain brûle à l'air comme de l'amadou lorsque sa température a été suffisamment élevée, et il en résulte une quantité d'oxyde deux ou trois cents fois plus abondante que celle qui serait produite dans le même temps par le plomb et par l'étain chauffés isolément.

Telles sont les propriétés générales des alliages et les opérations principales que l'industrie exécute à leur aide. Quelques renseignements sur un certain nombre de métaux alliés les plus usuels compléteront ces notions.

BRONZE.

Le cuivre est, sans contredit, de tous les métaux, celui qui fournit les alliages les plus divers; il suffit de citer les bronzes, les laitons, les alliages monétaires d'or et d'argent pour en acquérir la preuve.

Le bronze est un alliage de cuivre et d'étain auquel on ajoute souvent du zinc, et quelquefois du plomb. Il n'y a guère de bronze qui ne contienne du zinc, à l'exception de l'alliage employé en France pour la confection des bouches à feu, qu'on peut considérer comme un bronze type.

Le bronze était connu des anciens sous le nom d'airain, et il était employé à profusion pour fabriquer des instruments d'économie domestique, de guerre et surtout des statues.

La densité du bronze est supérieure à la densité moyenne des métaux qui le composent. Il est plus dur et plus fusible que le cuivre. Il n'est pas aussi oxydable que le fer, la fonte et l'acier. Il est d'autant plus cassant qu'il renferme plus d'étain; mais l'action de la trempe lui donne des propriétés inverses de celles qu'elle communique à l'acier. Elle le rend parfaitement malléable, ce qui permet de le travailler au laminoir et au marteau. La trempe augmente en même temps sa flexibilité et sa ténacité. C'est à Darcet qu'on doit la découverte de ces propriétés remarquables, dont on tire un grand parti dans la fabrication des monnaies, des médailles, des cymbales et des tam-tams.

La composition du bronze varie suivant ses emplois, qui sont très-divers. Nous étudierons le bronze statuaire, le bronze des canons, ceux avec lesquels on fabrique les monnaies, les cloches, les tam-tams, les cymbales, les miroirs des télescopes, et surtout les bronzes employés dans l'industrie.

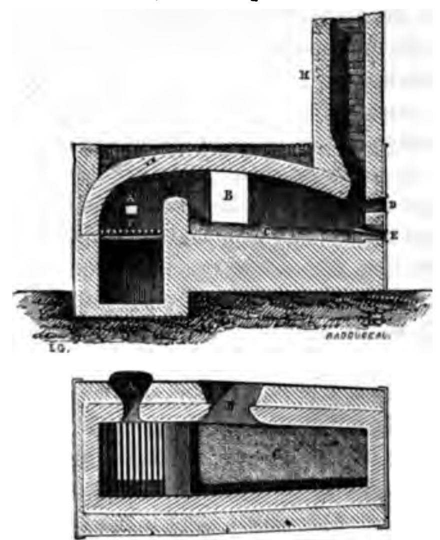
Fonte du bronze. — Si la composition de l'alliage est une opération délicate, parce qu'elle doit varier suivant les emplois auxquels on le destine, la fonte est une opération extrêmement difficile.

On commence toujours par mettre le cuivre en fusion, parce que l'oxydation de l'étain est plus rapide que celle de ce métal. Il résulte en effet des expériences de Dussaussoy qu'avec un alliage contenant dix fois plus de cuivre que d'étain, l'oxydation marche de façon que, pour une partie d'étain qui s'oxyde, il y en a seulement deux ou trois de cuivre qui s'oxydent en même temps.

Lorsque le cuivre est complétement fondu, on y jette l'étain et

[redacted]

ɜ énergiquement pour que ce métal, qui est plus léger, pas à la surface. Le brassage se fait dans les creusets, au 'une tringle en fer dont l'extrémité est arrondie ; il s'opère fours à réverbère à l'aide d'une perche en bois vert qu'on ıs le bain. Celle-ci se carbonise aussitôt, produit un bouil-ınt qui mêle les métaux, et qui, dû à des gaz réducteurs, à l'oxydation, ainsi que le charbon qui résulte de la car-ɔn du bois. On réchauffe ensuite le bain, qui s'est refroidi ces diverses manipulations, puis on coule dans le moule e, si la fusion a lieu au creuset ou dans une grande poche, u lieu dans le four à réverbère. Cette poche est suspendue ue tournante, qui permet de conduire le métal fondu dans entes parties de la halle où sont préparés les moules.
lonnons ici le croquis d'un four à réverbère qui a été t à l'École des arts et métiers d'Angers, sous la direction cquet, l'ingénieur de cette école, pour y fondre le métal re à la coulée des grandes pièces en bronze.



79 et 480. — Four construit à Angers pour la fonte du bronze.

ɜmier travail entrepris par le chef de la fonderie, M. Biais, ɜn voulu me fournir ce croquis et me renseigner sur cette ın, a été la statue de La Rochefoucauld-Liancourt, dont le est de M. Maindron. Elle a été coulée tout d'une pièce parfaitement réussi.

Bronze statuaire. — L'alliage destiné à l'art statuaire doit être très-fluide, afin de s'infiltrer dans les cavités les plus délicates; une fois solidifié, il doit être docile au travail de la lime et du ciseau, et susceptible de prendre une belle *patine* à l'air ou par l'application d'un mordant.

L'alliage de cuivre et d'étain purs est dur et tenace, mais sa fluidité est trop faible. La substitution du zinc à l'étain donne un alliage très-fluide, mais son oxydation pendant le travail et à l'air est trop facile et sa ténacité n'est pas suffisante. On emploie des alliages intermédiaires contenant du cuivre, de l'étain et du zinc.

Ainsi l'alliage des anciens était formé de 99 de cuivre, de 6 d'étain et de 6 de plomb. Celui des frères Keller, les plus habiles fondeurs des temps modernes, était composé en moyenne de 91,40 de cuivre, 5,53 de zinc, 1,70 d'étain et 1,37 de plomb.

Aujourd'hui M. Thiebault, qui coule chaque année un très-grand nombre de statues, emploie pour les bronzes d'art qui sont destinés à l'intérieur des appartements un alliage très-voisin, par sa composition, de celui des frères Keller; mais, pour les bronzes qui doivent servir à l'ornement des places publiques, il préfère remplacer 2 parties de zinc par 2 parties d'étain. La patine est plus belle, et surtout elle se dessine dans un temps moins long.

Bronze monétaire.— Les alliages de cuivre et d'étain possèdent au plus haut degré les qualités qu'exige cette fabrication, c'est-à-dire la finesse du grain, la dureté et la résistance à l'oxydation dans l'air; aussi les anciens s'en servaient-ils déjà pour la fabrication des médailles. Cependant le cuivre a été longtemps préféré au bronze dans notre pays, malgré son peu de dureté, parce qu'il est plus ductile et qu'il prend l'empreinte des coins plus facilement que le bronze.

Aujourd'hui, grâce à la découverte de Darcet, cette fabrication ne présente plus de difficultés. Le bronze est coulé dans des lingotières chauffées et enduites d'un corps gras, puis passé une dizaine de fois au laminoir. On le recuit alors et on le trempe dans de l'eau froide. Après huit nouvelles passes au laminoir, on le recuit et on le retrempe. On recommence le laminage après dix passes environ; on donne un troisième recuit et une troisième trempe. Les lames ont alors l'épaisseur convenable; on y découpe les flans à l'emporte-pièce; on les recuit dans du poussier de charbon; on les décape dans de l'acide sulfurique à 3 degrés, et on les frappe.

La composition du bronze monétaire a varié un peu suivant les

époques, mais toujours dans des limites assez restreintes; car, s'il contient moins de 9 à 10 pour 100 d'étain et de zinc, il est trop mou, et, s'il en renferme davantage, il devient fragile. Actuellement, la monnaie de billon française est formée de 95 de cuivre, de 4 d'étain et de 1 de zinc.

Bronze des canons. —Il est formé, en France, de 100 de cuivre et de 11 d'étain. C'est donc un bronze pur, sans zinc ni plomb. Toutes les tentatives faites pour modifier ces proportions, dans le but de remédier à la destruction rapide des pièces, ont été à peu près sans succès, car il faut que l'alliage ait à la fois de la dureté et de la ténacité. Or la dureté croît avec la proportion d'étain, mais en même temps la ténacité diminue. Il y a donc des limites très-restreintes entre lesquelles il faut se tenir pour ne pas sacrifier la dureté à la ténacité, ou réciproquement. On a reconnu cependant que, pour les pièces de huit et au-dessous, il était préférable d'employer un alliage ne renfermant que 8 à 9 d'étain.

On a fait également beaucoup d'expériences pour déterminer si de petites quantités de fer, de zinc, de plomb, n'amélioreraient pas ce bronze, mais elles n'ont amené aucun bon résultat.

Le plus grand défaut des bouches à feu tient aux liquations qui s'établissent dans l'alliage, au moment de sa solidification. Il en résulte des grains riches en étain et, par suite, assez fusibles pour se liquéfier au moment de l'explosion.

On comprend donc que la fonte des canons soit une opération extrêmement délicate, et que, suivant que la température du bain est plus ou moins élevée au moment de la coulée, que la durée du refroidissement est plus ou moins rapide, il se produise des différences dans la liquation. Pour faire comprendre toute la difficulté de cette opération, il nous suffira de dire qu'avec le même bronze on obtient des pièces excellentes et d'autres qui sont mises hors de service dès les premiers coups. Les moules sont formés avec un mélange d'argile, de bouse de vache et de crottin de cheval. On les dessèche aussi complétement que possible à une haute température. Ils présentent une longueur plus grande que la pièce; l'alliage, qui se solidifie dans la partie supérieure est rejeté, parce qu'il contient toujours une proportion d'étain trop forte, qui le rend trop fusible et trop peu tenace.

Un grand nombre de pièces sont rejetées pendant le tournage extérieur et le forage, parce qu'elles présentent des défauts d'homogénéité, défauts qui, suivant leur nature, portent les noms de

soufflures, de chambres, de piqûres, de cendrures, de taches d'étain, de sifflets, etc.

Bronze des tam-tams.—78 de cuivre, 22 d'étain.

Bronze des cymbales.—80 de cuivre, 20 d'étain.

Avant Darcet, on avait en vain essayé de fabriquer en France des tam-tams; le choc les brisait infailliblement. Aujourd'hui, grâce à la connaissance de la malléabilité et de la ténacité que la trempe développe dans le bronze, on fabrique parfaitement les cymbales, et on commence à savoir travailler les tam-tams.

On mouille d'abord l'objet, puis on le chauffe au rouge et on le plonge dans l'eau froide, après l'avoir serré entre des disques de fer. Il a acquis alors une malléabilité suffisante pour qu'on puisse le travailler au marteau, comme on le fait pour les tam-tams, et une ténacité assez considérable pour qu'on puisse l'amincir, comme on le fait pour les cymbales. C'est cette ténacité, due à la trempe, qui permet à ces instruments de supporter sans se briser des vibrations et des chocs très-forts.

Métal des cloches.—Cet alliage est très-variable, parce qu'il est rare qu'on le fabrique avec des métaux neufs; on y rencontre souvent un peu de zinc et de plomb. Cependant sa composition se rapproche de celle des cymbales, et on y trouve en général 20 à 22 pour 100 de métaux blancs. Le zinc et le plomb n'y sont introduits que par motif d'économie; car ces deux métaux, et le dernier surtout, nuisent à sa sonorité. Les sonnettes, les timbres, ont une composition voisine de celle des cloches.

Miroirs des télescopes.—Alliage blanc d'acier, très-dur, très-cassant, susceptible d'un beau poli, formé de 66 de cuivre et de 33 d'étain.

Bronzes industriels. — Depuis la création des chemins de fer, la consommation du bronze est devenue extrêmement considérable en France, ce qui a conduit à faire beaucoup de recherches sur les meilleurs mélanges à employer. Une des plus anciennes fonderies de cuivre de Paris, et la plus importante aujourd'hui, a été ouverte à tous ces essais; M. Thiébault père, qui la dirigeait autrefois, et M. Victor Thiébault, qui en est le chef aujourd'hui, ont mis tous leurs soins et toute leur expérience à la fabrication des alliages qui offrent la plus grande résistance, tant au point de vue de la vitesse qu'à celui du poids qu'elles supportent.

Ces alliages s'emploient à peu près sans modification sur les chemins de fer. Ainsi l'alliage de toutes les pièces à frotte-

ıt d'une locomotive, telles que coussinets pour roues motrices, s de bielle, tiroirs, glisseries, etc., se compose de :

81 parties de cuivre,
17 parties d'étain,
2 parties de zinc.

our les excentriques, on diminue de 2 pour 100 la quantité ain, afin d'éviter les cassures. Ces alliages, étant un peu secs assants, exigent une grand précision dans l'ajustement.

'alliage qui convient le mieux pour la robineterie des machines apeur est composé de :

88 parties de cuivre,
8 parties d'étain,
4 parties de zinc.

In a raison de s'opposer à l'introduction dans les bronzes d'une p grande quantité de zinc qui diminue la ténacité; mais c'est à t que l'on s'oppose à l'addition d'une petite quantité de ce tal : son affinité pour le cuivre est telle que, dès qu'il est introit dans le bain, il en resserre les molécules et en fait sortir une ande quantité de scories qui montent à la surface et qu'on ume avant la coulée. Il sert aussi au fondeur pour reconnaître température du métal fondu, et nous avons vu toute l'importnce que présente la régularisation de cette température. Enfin zinc a pour effet utile d'agiter le bain, car ce métal étant volatil dégage sans cesse sous forme de bulles.

Le plomb présente, au contraire, de grands inconvénients : il célère l'oxydation, car nous avons vu que le mélange de l'étain du plomb s'oxydait deux ou trois cents fois plus que l'étain et plomb séparés. De plus, il tend à détruire l'homogénéité des liages, parce que, en raison de sa grande densité, il se porte ujours à la partie inférieure des pièces.

Les alliages fabriqués dans l'industrie varient à l'infini. Certains ndeurs arrivent même à faire des alliages possédant les appances du bronze, dans lesquels il n'entre pas un atome d'étain. Ces alliages s'obtiennent en forçant la dose de zinc que renferme laiton, et en y ajoutant une petite proportion de plomb et antimoine, mélange qu'on connaît sous le nom de *plomb gulé.* Ainsi un alliage de 58 parties de cuivre, de 40 parties de nc et de 2 parties de plomb régulé a parfaitement la couleur ı bronze.

LAITON

Les alliages de zinc et de cuivre prennent le nom général de laiton; il en existe un grand nombre de variétés qu'on désignait autrefois par des noms qui tombent en désuétude. Ainsi on connaît le *laiton* proprement dit, qui est l'alliage employé dans l'industrie; le *potin*, qui est un alliage très-grossier; le *métal du prince Robert*, l'*or de Manheim*, le *tombac*, le *chrysocale*, le *similor*, qui s'emploient dans la bijouterie. Leur densité varie de 8,20 à 8,95. L'introduction du zinc dans le cuivre n'a souvent d'autre but que d'en diminuer la valeur; alors on force sa dose; d'autres fois, on veut faire un alliage dont la couleur imite l'or, alors on laisse le cuivre en excès.

Le laiton gagne de la dureté, quand on lui ajoute un peu d'étain; mais sa ductilité est déjà altérée, quand il y entre un demi pour cent de ce métal.

Le plomb, à petite dose, durcit aussi le laiton; il devient moins ductile, se laisse moins facilement laminer, aplatir sous le marteau; mais en revanche le laiton plombeux est plus propre aux travaux du tournage, parce qu'il ne graisse pas les outils et se laisse scier ou perforer avec netteté.

Le temps diminue la ténacité et la dureté du laiton.

Le laiton ordinaire des tourneurs doit renfermer 67 de cuivre et 33 de zinc. Souvent il renferme 2 à 3 pour 100 de cuivre de moins, qui sont remplacés presque en entier par du plomb et par un peu d'étain qui provient des vieux alliages dont on fait usage.

Voici la composition de quelques laitons :

		Laiton en planches	
	Stolberg.	de Stolberg.	de Jemmapes.
Cuivre	65.8	64.8	64.6
Zinc	31.8	32.8	33.7
Plomb	2.2	2.0	1.5
Étain	0.2	0.4	0.2
	100.0	100.0	100.0

Le laiton qui sert à faire les fils doit être tenace, et se compose de 64 à 65 de cuivre, 33 à 34 de zinc, 0,8 d'étain et de plomb.

Le laiton pour le travail au marteau renferme 70 de cuivre et 30 de zinc.

Dans les fonderies de la marine, les laitons sont beaucoup plus riches en cuivre; il en est qui contiennent : cuivre, 76; zinc, 24 et d'autres qui renferment 85 de cuivre, 14 de zinc et 1 de plomb.

On fait un grand usage du laiton, pour les tubes des chaudières

[redacted]

la marine et des locomotives, ainsi que pour le doublage des ıvires.

Le métal connu sous le nom de bronze des doreurs est plutôt ı laiton; suivant M. Darcet, les meilleures compositions sont les ivantes :

Cuivre	63.70	64.45
Zinc	33.55	32.44
Étain	2.50	0.25
Plomb	0.25	2.86
	100.00	100.00

Ces alliages fondent très-bien, fournissent une fonte coulante, laissent ciseler et tourner facilement et prennent peu de brure.

Le similor, le métal du prince Robert, l'or de Manheim, varient composition : 1° avec 80 de cuivre et 20 de zinc, on a un composé tendre, à cassure brillante et d'une teinte jaune; 2° avec 84 cuivre, 16 de zinc, la couleur jaune est plus belle; 3° avec 86 cuivre et 14 de zinc, le métal est plus brillant; enfin avec 88 cuivre, 12 de zinc, le grain est plus fin et la couleur est d'un ne d'or superbe. L'adjonction d'une petite quantité de plomb nne à ces alliages un reflet d'or vert.

Le chrysocale a une composition qui se rapproche souvent de suivante : cuivre, 90; zinc, 7,9; plomb, 1,6. Mais il y a une iété de chrysocale qui se lamine en feuilles minces, et qui sert ire les bijoux faux, parce qu'elle prend bien la dorure, et qui formée de 92 de cuivre, 6 de zinc et 2 d'étain.

Le tombac ou cuivre blanc renferme : cuivre, 97; zinc, 2; senic, 1.

Ces alliages servent à faire les articles connus sous le nom rticles de Paris; on en emploie beaucoup dans l'équipement ilitaire, la bijouterie fausse, l'estampage pour l'ameublement, jouets d'enfants, la fabrication des boutons.

On fabrique actuellement en France, pour le royaume d'Italie, e monnaie de billon formée de 96 de cuivre et 4 de zinc.

Le laiton se fabrique soit en alliant directement le zinc et le ivre, soit en fondant le cuivre avec de la calamine, des cadmies ncifères ou de la blende.

La fonte se fait ordinairement dans des pots ou creusets en re, légèrement coniques, qui ont une hauteur à peu près uble de leur diamètre à la partie supérieure; ils reçoivent une arge de 60 à 90 kilog. Elle s'exécute aussi dans des fours à

réverbère, ce qui donne une économie de combustible, mais un déchet plus grand des métaux. La coulée s'opère dans des moules en granit.

Lorsqu'on prépare le laiton au moyen de la calamine, on ne peut y faire entrer plus de 27 à 28 pour 100 de zinc; si sa proportion doit être plus grande, on en ajoute une certaine quantité. L'opération se fait alors en deux fois; on commencera par fabriquer un alliage à 20 pour 100 de zinc, connu sous le nom d'*arcot*, et on le traite ensuite par du zinc comme du cuivre neuf.

ALLIAGES DE NICKEL.

On donne le nom de *packfong*, d'*argentan*, de *cuivre blanc de Chine*, de *maillechort*, à des alliages ternaires de cuivre, de zinc et de nickel, qui ont presque le blanc de l'argent, qui prennent un beau poli, qui sont très-sonores et malléables.

Leur composition est variable. En voici quelques-unes :

1° Packfong ordinaire : cuivre, 8 parties; nickel, 2 parties; zinc, 3 parties 1/2. Cet alliage est de qualité inférieure; il a souvent une teinte jaunâtre. Avec moins de nickel, il ressemble à du laiton peu coloré et se ternit aisément à l'air ;

2° Packfong blanc : cuivre, 8 parties; nickel, 3 parties; zinc, 3 parties 1/2. Sa belle teinte blanche est celle de l'argent à 750 millièmes;

3° L'alliage formé par 8 parties de cuivre, 4 parties de nickel, 3 parties 1/2 de zinc, est le plus beau; il a la teinte de l'argent bruni et se ternit très-peu à l'air ;

4° Avec 8 parties de cuivre, 6 parties de nickel, 3 parties 1/2 de zinc, on a la composition présentant le plus d'éclat; mais, comme elle contient le maximum de nickel qu'on puisse introduire dans ces alliages, elle est difficile à fondre et se travaille mal ;

5° Pour les objets moulés, on emploie 8 parties de cuivre, 3 parties de nickel, 5 parties 1/2 de zinc. Ce métal a la composition de celui qu'on tirait autrefois de Chine; il est dur et difficile à laminer.

Depuis quelques années on a introduit le nickel en Belgique et en Suisse dans les monnaies divisionnaires. Levol a soumis à l'analyse une pièce belge, et l'a trouvée formée de 73,24 de cuivre, de 22,04 de nickel et de 4,72 de zinc. La composition des monnaies suisses est la suivante :

[redacted]

	Pièces de 5 cent.	Pièces de 10 cent.	Pièces de 20 cent.
Argent.........	50	100	150
Nickel.........	100	100	100
Cuivre.........	850	800	750
	1000	1000	1000

Pour préparer ces alliages, on place les métaux dans des creu-s fermés, après les avoir recouverts de charbon de terre en udre et de suif; on les coule ensuite dans des lingotières en ftal légèrement chauffées.

ALLIAGES DE PLOMB ET D'ÉTAIN.

Les alliages de plomb et d'étain sont très-nombreux. Leur den-é est tantôt plus forte, tantôt plus faible que la densité moyenne s métaux. Leur point de fusion est moins élevé que celui du omb et de l'étain. Ils sont moins brillants que ce dernier métal, ais plus durs et plus fusibles que lui; ils se tournent plus faci-nent que l'étain.

La composition des divers objets fabriqués avec ces alliages va-e dans des limites assez étendues, car, dans la vaisselle et les jets analogues, il n'y en a que 8 à 10 pour 100, et dans les flam-aux, les encriers, les cuillers, etc., on en introduit jusqu'à pour 100.

La soudure des plombiers renferme 1 partie d'étain et 2 parties plomb.

L'étamage du cuivre se faisait dans l'origine avec de l'étain. De-uis longtemps on remplace ce métal par un alliage d'étain et de lomb qui renferme un tiers ou un quart de ce dernier métal.

Les inconvénients sanitaires que pouvait causer le plomb dans et étamage ont donné naissance à une longue discussion, de la-uelle il est résulté que le plomb ne présente aucun danger, parce ue les aliments acides qui détruisent l'étamage enlèvent toujours étain sans attaquer le plomb.

ALLIAGES D'ÉTAIN ET DE FER.

M. Biberel a proposé un mode d'étamage qui offre de grands vantages. L'alliage de 6 parties d'étain et de 1 partie de fer dont se sert a l'inconvénient de ne fondre qu'au rouge, ce qui rend n emploi difficile; mais on le rendrait plus fusible en diminuant dose de fer; et d'ailleurs sa fusion difficile rend l'étamage bien us durable que l'étamage ordinaire.

Le fer-blanc est de la tôle recouverte d'une couche d'étain. On

peut le considérer comme formé d'une lame de tôle, d'un alliage de fer et d'étain et d'une petite couche d'étain. (Voyez *Dépôts métalliques.*)

ALLIAGES D'ÉTAIN ET D'ANTIMOINE.

L'étain s'unit à l'antimoine, et l'union de ces deux métaux a servi dans ces derniers temps à fabriquer un alliage blanc d'argent, susceptible d'un beau poli, mais cassant, connu sous le nom de *métal d'Alger*.

Si l'étain est uni à une faible proportion d'antimoine, l'alliage est ductile, réductible en lames minces comme celui qui sert à fabriquer les planches pour la gravure de la musique. Si la quantité d'antimoine est plus forte, il devient plus cassant. On s'en sert néanmoins pour faire des cuillers et des fourchettes, qui ne présentent aucun danger au contact des aliments, parce que l'antimoine ne se dissout pas dans les acides, tant qu'il y a de l'étain.

On ajoute souvent un centième de zinc dans l'étain du commerce, afin de lui donner de la dureté et de la ténacité.

Suivant M. Kœchlin, l'alliage de parties égales de zinc et d'étain présente une ténacité et une résistance au frottement égales à celles du laiton, dont il n'aurait pas la valeur; mais il exige dans sa préparation du zinc bien débarrassé de fer.

ALLIAGES D'ANTIMOINE ET DE PLOMB; CARACTÈRES D'IMPRIMERIE.

L'antimoine et le plomb se mélangent en toutes proportions, et les alliages qui en résultent sont plus durs que le plomb et moins ductiles que lui.

Le plus important de ces alliages est celui qui sert à faire les caractères d'imprimerie. Il est formé de 75 parties de plomb et de 25 parties d'antimoine. On le prépare par la fusion des métaux. Le bismuth et l'étain améliorent leur qualité, mais ils sont trop chers, le premier surtout, pour qu'on puisse les introduire dans cet alliage. Avec 8 ou 10 parties d'étain, notamment, il acquiert plus de ténacité et le grain en devient plus fin. Avec plus d'étain, il devient cassant et cristallin.

Depuis quelques années, les fondeurs en caractères emploient, d'après les indications de M. Laboulaye, un alliage formé de 9 parties d'alliage de plomb et d'antimoine et d'une partie de br formé de 9 parties d'étain et d'une partie de cuivre. La résis des caractères en est beaucoup augmentée. L'alliage forn 72 parties de plomb, de 18 parties d'antimoine et de 25 pa

[redacted]

ìtain, est la base de la composition douée du maximum de sistance qu'on puisse employer. Elle est malheureusement d'un ix trop élevé, à cause de la grande proportion d'étain.

ALLIAGES DIVERS.

L'antimoine s'unit au fer et donne des alliages très-durs et très-ssants. Celui qui renferme 70 parties d'antimoine et 30 parties fer est assez fusible. Quand on augmente la quantité de fer, lliage est tellement dur qu'il donne des étincelles sous la lime.

On a fait beaucoup d'essais pour combiner le fer aux divers étaux, mais la plupart ont donné des résultats peu dignes d'in-rêt. Ainsi l'on avait cru que la présence d'un peu de fer amé-rerait singulièrement les qualités du bronze. Mais M. Dussaussoy fait voir que l'addition de ce métal au delà de deux centièmes vient nuisible.

La présence du fer dans le cuivre le rend aigre et très-dur; union de ces deux métaux est très-difficile. Pour les combiner, il ut employer le fer à un état qui le rende plus fusible; à l'état fonte, par exemple. Ainsi, 100 parties de cuivre et 5 parties fonte grise fournissent un métal très-ductile à froid, et 0 parties de fonte unies à 5 parties de cuivre donnent un liage d'une dureté et d'une compacité telles, que Rinmann a roposé d'en faire des enclumes.

Les alliages de zinc et de fer se font difficilement. Il faut chauf-r avec précaution; car, sans cela, le zinc se volatilise et le fer ste seul. On doit chauffer à la température du rouge naissant, ui est voisine de celle de la fusion du zinc.

Le mercure forme avec le bismuth des alliages fusibles à une empérature peu élevée, qui, introduits dans des vases en verre, y solidifient en couches minces présentant un aspect brillant, nalogue à celui de l'étain et même de l'argent. Cette fabrication pris beaucoup de développement depuis quelques années.

On utilise la propriété que possède le mercure de se combiner l'étain pour préparer le tain des glaces.

On emploie enfin le mercure pour dissoudre l'or et l'argent atifs, ou séparés de leurs minerais à l'état métallique.

L'aluminium commence a être employé pour la fabrication de ertains alliages. On peut dire d'une façon générale que ce métal, omme le zinc, supporte difficilement l'introduction des métaux trangers, parce qu'il perd en grande partie sa malléabilité et sa uctilité. Dès qu'il contient 5 pour 100 de fer ou de cuivre, il

est impossible de le travailler; un millième de bismuth l'aigrit, au point qu'il se gerce lorsqu'on le soumet au travail du marteau. Cependant l'alliage d'aluminium et d'argent, contenant 5 pour 100 de ce dernier métal, se travaille comme l'aluminium, tout en possédant une dureté plus grande que lui; il est également susceptible d'un plus beau poli. Sa malléabilité n'est pas altérée davantage, quand on lui allie un dixième d'or.

Si l'on fait l'inverse, c'est-à-dire qu'on unisse aux métaux de petites quantités d'aluminium, leurs propriétés en éprouvent souvent d'heureuses modifications; c'est surtout avec le cuivre et l'argent qu'on obtient ces effets remarquables, et tout porte à penser que le bronze d'aluminium jouera prochainement un rôle important dans les arts. L'alliage de 95 parties de cuivre et de 5 parties d'aluminium possède la couleur et l'éclat de l'or; sa dureté et sa malléabilité sont considérables. L'alliage de 90 parties de cuivre et de 10 parties d'aluminium est d'une couleur jaune pâle. Sa malléabillité est assez grande, sa dureté est très-forte. En unissant 5 parties d'aluminium à 100 parties d'argent, on communique à ce dernier une dureté voisine de celle de l'alliage monétaire.

L'argent et l'or sont trop mous pour constituer à eux seuls des monnaies. On leur donne de la dureté en les alliant au cuivre. Les monnaies françaises d'or et d'argent sont au titre de 900/1000 avec une tolérance de 2/1000

Les alliages d'or sont homogènes. Les alliages d'argent ne le sont pas, à l'exception de l'alliage à 721/1000.

Pour les alliages à haut titre, le titre le plus haut est au centre du lingot; c'est l'inverse pour les alliages à bas titre.

Nous dirons, pour résumer cette étude, que l'étain est employé pour augmenter le fusibilité et la ténacité des métaux; que le plomb leur donne de la sécheresse, les empêche de rester fibreux; que le zinc durcit beaucoup les alliages; que le bismuth et le mercure augmentent leur fusibilité; que l'antimoine et l'arsenic leur donnent de la dureté, les rendent cassants, et que le fer est, en général, d'une combinaison difficile avec les autres métaux.

ALFRED RICHE.

[redacted]

PAPIER

Le papier *normal* peut être considéré comme un feutre formé ar l'entre-croisement des fibres végétales, qui représentent la artie cellulaire des plantes presque pure.

Un tel papier est blanc, il brûle sans laisser pour ainsi dire de ésidu ; bouilli avec l'acide chlorhydrique faible, il se divise en arcelles infiniment petites, mais il n'est pas alors sensiblement ltéré dans sa constitution chimique. L'acide sulfurique très-oncentré le gonfle, le dissout, le saccharifie ; le même acide, à n état un peu moindre de concentration, le ramasse sur lui-même, le rend corné, et lui donne l'aspect du parchemin ; le hlorure de zinc en solution concentrée agit de même. L'acide zotique monohydraté ou le mélange d'acide azotique ordinaire t d'acide sulfurique concentré le pénètre et le rend transparent. e papier ainsi imprégné d'acide azotique et plongé dans l'eau prend l'apparence du parchemin ; il a, par cette action de l'acide, augmenté de poids ; l'acide s'est uni à la matière cellulaire, comme il s'unit aux fibres de la ouate dans le fulmicoton ; un long contact avec l'acide azotique transforme le papier en acide oxalique. La dissolution d'oxyde de cuivre dans l'ammoniaque (réactif de Schweizer modifié par M. Péligot), et la solution de chlorure de zinc le dissolvent sans résidu. Les dissolutions alcalines ne le modifient pas, si elles ne sont très-concentrées ; à chaud, les hydrates alcalins le détruisent, et les acides oxalique et carbonique prennent naissance. Les solutions aqueuses d'hypochlorites à l'état de concentration et à la température de l'ébullition le détruisent complétement ; l'eau et l'acide carbonique sont les produits de la réaction : c'est, on le voit, une véritable combustion. L'action des hypochlorites à froid est infiniment moins énergique.

Les huiles, les essences imprègnent le papier et le rendent transparent ; la glycérine concentrée fait le même effet, qui est produit d'ailleurs par l'eau elle-même, aidée d'une compression énergique. Cet état, permanent avec les huiles fixes, est éphémère lorsqu'on emploie des huiles volatiles ou de la glycérine, et surtout l'eau. Toutefois les huiles elles-mêmes peuvent être séparées du papier par l'action dissolvante du sulfure de carbone ou par l'action mécanique d'une terre absorbante.

Les papiers du commerce, considérés au point de vue chimique, ne sont pas autre chose que du papier *normal* plus ou moins impur; ses impuretés sont naturelles ou accidentelles. Ce sont souvent des matières ajoutées à dessein, soit pour rendre le papier propre à des usages spéciaux, soit dans un but d'économie souvent mal entendu. Le papier normal *type* est ce papier auquel les chimistes ont donné le nom de papier Berzélius, et que l'on fabrique en Suède en suivant les préceptes de ce savant illustre.

Pour le préparer, on emploie les chiffons de toile neuve écrue que l'on blanchit sur le pré, sans chlorure, que l'on réduit en pâte par le pourrissage, aidé du pilonnage. La pâte, aussi divisée que possible, est lessivée avec une forte dissolution de soude caustique, puis lavée à grande eau, mise à macérer avec de l'acide chlorhydrique, enfin lavée avec un soin extrême; l'eau employée à ce lavage est une eau de source presque chimiquement pure. Le papier est préparé à la forme, c'est-à-dire que la pâte est délayée dans l'eau et rendue homogène par un tamisage, et jetée sur un tamis fin où elle s'égoutte et prend du corps. Les fibres, qui se sont tassées, forment une feuille cohérente qu'on peut détacher facilement du tamis, et qu'on sèche à l'abri de toutes poussières. Je me suis laissé dire que les feuilles mouillées étaient soumises à la gelée, dont l'effet était d'augmenter la porosité du papier.

Cette fabrication, tout exceptionnelle, ne constitue pas une opération industrielle; toutefois les moyens que l'on emploie sont les mêmes pour toutes les fabriques de papier à la forme, si ce n'est que les soins sont moindres, que les chiffons sont moins beaux, les réactifs moins purs, le lavage moins efficace et l'eau de moindre qualité. Certains fabricants de papier à la forme ont remplacé le pourrissage des chiffons par l'action mécanique, et adopté, pour la préparation des pâtes, les moyens employés par les fabricants qui travaillent à la machine. Cette préparation étant devenue ainsi un travail commun aux deux genres de fabrication, le même matériel de préparation des pâtes est applicable aux fabriques qui opèrent à la forme et à celles qui emploient la machine.

Il paraît que la pâte de papier aurait été préparée originairement avec le coton; les Arabes en auraient fait usage dès l'an 704. Le lin n'aurait été employé que vers le milieu du XIVe siècle, et ce ne serait que de 1760 à 1770 que Schaffer aurait fait voir que le foin, la paille, la sciure de bois, les feuilles pouvaient servir à

[redacted]

e du papier. Berzélius, à qui j'emprunte ces renseignements, ıte que ce ne fut que plus tard qu'on apprit à faire du papier : les feuilles de pin et de sapin, et d'autres subtances anaıes. Toutes ces matières premières, en y comprenant le sparte, aille de colza, le foin, etc., deviennent de jour en jour l'objet grand nombre de brevets; l'engouement périodique exagéré les a encore cette fois remis en lumière cessera à mesure que rix des chiffons baissera.

uelle que soit la matière première employée, la pâte qui en vient doit présenter les caractères suivants: être de fibre aussi gue, aussi fine, aussi pure que possible, blanche ou d'une cou: homogène. Voici par quels moyens on arrive à la préparer.

ous le nom de pâte de chiffons, je comprends seulement celle provient des chiffons proprement dits, neufs ou vieux, des dés ts de filatures, des filets hors de service, des vieux cordages, etc.

a première opération consiste dans le triage, qui est souvent par le marchand lui-même; puis vient le délissage, opération ciale aux vieux chiffons et qui consiste à séparer les coutures, boutons, en un mot, les parties plus dures à attaquer de celles s'attaquent plus facilement. On comprend toute l'importance cette manutention. En effet, les agents chimiques n'étant pas ı action sur les fibres des chiffons, il arriverait que pour indre les parties dures à blanchir, il faudrait dépasser le but les autres, et perdre ainsi inutilement du temps et des réacaux dépens de la qualité du produit. Le délissage se fait à la n; une ouvrière se tient debout ou est assise devant un long teau rigide implanté verticalement. Elle prend à la main les fons, un à un, et, au moyen de ce couteau, elle opère son ail de découpage en même temps qu'elle fait un triage plus ait, au moyen de paniers rangés à ses côtés.

es chiffons délissés et assortis sont livrés aux opérations du ivage et du blanchiment; toutefois il est d'une bonne pratique aire précéder ces deux opérations d'un lavage à l'eau avec ation.

ai vu procéder ainsi dans quelques usines (on n'opère pas ement lorsqu'il s'agit du blanchissage du linge), et je crois node préférable au battage mécanique des chiffons, préalanent au lessivage. Ce que l'eau enlève est toujours autant de i et n'use pas de réactifs. Ce lavage à l'eau pourrait d'ailleurs ı effectué presque sans main-d'œuvre.

e lessivage se fait pour les chiffons au moyen du sel de soude,

exactement comme pour le linge. Certains fabricants se servent de soude fabriquée à l'état caustique, que l'Angleterre nous livre aujourd'hui à très-bon marché ; leur raison est que l'action de l'alcali libre est bien plus énergique que celle du carbonate.

On emploie souvent la chaux comme agent de lessivage : la chaux est un excellent agent lorsqu'il s'agit de chiffons de couleur, de chiffons bleus principalement, qu'il faut décolorer ; mais lorsqu'on veut attaquer la matière colorée de l'écru ou enlever la malpropreté rendue adhérente par des substances grasses ou résineuses, le choix de la chaux n'a aucune raison. La chaux, en effet, est peu soluble, elle est moins soluble à chaud qu'à froid ; une minime partie de ce qu'on emploie sert mal, le reste est inerte. Cela est tellement vrai que déjà certains fabricants n'emploient qu'une quantité très-minime de chaux, et qu'un certain nombre ont abandonné complétement l'usage de ce réactif. Je crois, quant à moi, que l'emploi de la chaux a sa raison d'être, mais ce n'est pas par son action directe ; c'est, au contraire, par son action combinée à celle de la soude. Je pense que le meilleur mode à adopter serait d'employer la même soude aux lavages de plusieurs qualités de chiffons. Commençant par les plus beaux, finissant par les moindres, cet emploi méthodique utiliserait le mieux possible l'alcali ; on pourrait alors faire concourir la chaux pour aviver jusqu'à un certain point la soude qui a servi. Berthollet a proposé ce moyen dans son beau mémoire sur le blanchiment, où tout a été dit sur cet important sujet.

Les appareils dans lesquels se fait le lessivage sont de deux natures : les uns sont fixes, les autres mobiles. Dans les appareils fixes, le chiffon est stratifié et aspergé de lessive ou de lait de chaux à mesure qu'on l'empile. De la vapeur introduite dans cette masse de chiffons humides élève la température de l'eau, et, le temps aidant, l'action de l'alcali est aussi complète que possible.

Les appareils mobiles (système Planche et Rieder) sont cylindriques ou sphériques ; ils tournent sur eux-mêmes comme les brûloirs à café ; les chiffons qui y sont renfermés avec la lessive sont, par le mouvement, jetés pêle-mêle les uns sur les autres. Ce mouvement aide au nettoyage. L'action de la vapeur est plus énergique avec ces vases fermés que dans le système précédent, attendu que la vapeur peut être surchauffée. Ces appareils expédient la besogne très-vite ; ils sont à recommander pour les chiffons rebelles, dont la malpropreté est adhérente, et pour

[redacted]

ceux dont il s'agit de détruire la couleur par le lessivage. Dans les cas ordinaires, les premiers sont préférables; ils sont moins coûteux, plus faciles à servir, à entretenir; le travail est plus simple; avec le temps convenable, il est aussi parfait. Chaque établissement est juge du choix de ses appareils lessiveurs; ce choix dépend de la nature des chiffons et surtout du capital roulant. Dans quelques usines, le lessivage, lorsqu'il s'applique à des chiffons bleus, s'opère de manière que l'indigo puisse être régénéré.

Le chiffon lessivé est soumis à une première opération de déchiquetage. On l'introduit dans des piles *défileuses;* il est réduit en charpie; et comme cette opération se fait au sein de l'eau, sans cesse renouvelée, le rinçage se poursuit en même temps que le déchiquetage s'opère.

Le chiffon ainsi déchiqueté prend le nom de *défilé* ou *demi-pâte,* ce n'est pas de la pâte achevée; il reste à le blanchir et à le surdiviser.

Pour blanchir le chiffon, deux procédés sont indiqués : le blanchiment au gaz et le blanchiment liquide. L'un et l'autre sont basés sur l'emploi du chlore. Pour le premier, on se sert du gaz chlore; pour le second, on a recours au chlorure de chaux.

Veut-on blanchir au gaz; on comprime le chiffon défilé et on en fait une sorte de carton que l'on dispose dans des caisses en pierre ou, à la rigueur, en bois, enduites d'un vernis pouvant résister à l'action du chlore, de manière à ce que les feuilles enroulées laissent un libre parcours au gaz. Lorsque les caisses sont garnies, on y dirige le chlore, produit par l'action de l'acide chlorhydrique sur le bioxyde de manganèse. Les quantités de bioxyde de manganèse sont déterminées en raison de la nature des chiffons. Le temps de contact enseigné par la pratique est assez long pour que le chlore soit *en entier converti en acide chlorhydrique.* Alors les caisses sont ouvertes, la pâte blanche en est retirée et placée dans des dépôts de pâtes, où elle reste en contact avec le peu de chlore qu'elle retient et qui achève son action.

Le blanchiment liquide s'effectue au moyen d'une dissolution de chlorure de chaux qu'on ajoute dans les piles. L'acide carbonique de l'air se dissout dans l'eau, et déplace peu à peu l'acide hypochloreux, qui est la substance blanchissante.

Cette opération, lorsqu'elle s'effectue sur des chiffons simplement lessivés, est lente; il est possible de l'accélérer, ainsi que l'ont appris MM. Didot et Barruel, par l'addition de l'acide carbonique produit par la combustion du charbon. On peut obtenir

cet acide en grande quantité, en suivant la méthode pratiq
dans l'usine de blanc de plomb de Tours, par la calcinatior
la pierre à chaux jetée à nu dans un fourneau avec des fragm
de charbon. Le gaz est, par une pompe, refoulé dans les pil
blanchir, où il est absorbé, et se porte sur l'hypochlorite. C
manœuvre, toute simple, présente toutefois un danger qu'il
bon de signaler et qui est inhérent à l'emploi de l'acide ca
nique lorsqu'il est produit en trop grande abondance. Ce gaz
le sait, est le plus dense de tous, et il est irrespirable; il est
jours à craindre que par suite de l'oubli de quelque précaut
il ne s'accumule dans une caisse vide ou dans quelque l
fond, et qu'un ouvrier ne puisse se trouver engagé dans
milieu asphyxiant.

Un lavage prolongé enlève les dernières traces de chlorure.
reconnaît que ce lavage est complet, lorsque l'eau de la pile
produit plus de coloration bleue, avec une dissolution d'iod
de potassium à laquelle on a ajouté un peu d'empois d'amidon

Lorsque les chiffons ont été blanchis au chlore, on leur
souvent subir un second blanchiment au chlorure. Dans ce
il n'est pas à propos de faire intervenir l'acide carbonique, at
du que l'acide chlorhydrique, formé par l'action du chlore
l'acide carbonique, produit par la réaction, et qui imprégn
les pâtes, suffisent pour déplacer l'acide hypochloreux.

Cette opération du blanchiment, soit au gaz, soit au chlor
se fait à peu près bien dans toutes les usines. Le temps n'est p
où les ouvriers étaient asphyxiés en allant ouvrir les caiss
blanchiment, où la pâte sortant des piles était pénétrée de cl
rure que le papier retenait. Dans ce temps-là, M. Dumas montr
dans son cours de chimie, un livre fabriqué avec du papier m
lavé. Ce papier était brûlé à un tel point que le livre put é
rompu sans un grand effort. Frappé de ce résultat, j'imagi
d'ajouter à la pâte de papier un réactif capable d'annihiler
chlore : le sulfite ou l'hyposulfite de soude; je mis ainsi le pap
à l'abri d'une destruction ultérieure. La fabrication adopta
moyen, et donna aux réactifs proposés, principalement au sulf
de soude, le nom d'*antichlore*. Cette invention paraît avoir
raison d'être, et pourtant je me la reproche comme une fau
d'économie. En effet, il y avait là emploi d'une richesse po
combattre le mauvais effet d'un gaspillage. Le mieux était d'e
ployer le chlore avec discernement, de le laisser agir pendant
temps suffisant, d'enlever l'acide chlorhydrique par un lava

[redacted]

. C'est ce que surent faire MM. Godin, de Huy (Belgique), ›ur moi, sont les maîtres en papeterie.

que le chiffon a été délissé, lavé, lessivé, rincé, effiloché, i, mis en pâte, soit par une meule verticale, soit par des s horizontales, soit par des piles raffineuses, il est prêt à ver, prêt à être versé sur la toile de la machine. On obtient .u papier de chiffon sans colle, blanc et pur. Je n'ai pas à er ici les détails de la confection de la feuille de papier, je eulement quels sont les substituts du chiffon, quelles sub- s on emploie pour améliorer la pâte et pour la falsifier, si par quels moyens on colle et on colore le papier.

chiffons, s'ils étaient aujourd'hui la seule matière employée orication du papier, ne suffiraient pas à la consommation, bien qu'ils soient ramassés avec plus de soins que jamais. rdes et cordages, les filets de pêche, les déchets de filature nt d'excellents produits. Les cordes sont coupées à la ; si elles sont saines, elles entrent dans les papiers de qualité, auxquels elles donnent du nerf. Les filets de pêche mployés pour les papiers à papillotes : ceux qui sont pas- sel de fer donnent le papier des brunes; les autres pro- it le papier des blondes. Les déchets de filature, lorsqu'ils oignés, constituent une bonne et solide matière.

déchets de sparterie, quoique plus difficiles à traiter, sont nent utilisables par les procédés ordinaires; le foin, la , le bois, l'alpha en herbe sont les matières premières aux- s on s'est arrêté pour suppléer au chiffon. La paille est sur- mployée ; elle est coupée au hache-paille et contuse. S'il de papier commun à enveloppes, où la paille agit seulement e *garniture* ou remplissage, il n'y a aucune autre prépara- lui faire subir que la division mécanique. Si, au contraire, ci doit entrer comme *pâte* dans la composition du papier , il convient de la blanchir. On a proposé de faire précéder opération d'une infusion à l'eau acidulée, dans le but de arifier les matières amylacées ou cellulaires de peu de ion, et d'obtenir ainsi de l'alcool. Cette opération prélimi- a été tentée sur le foin, mais je ne sache pas qu'elle ait été uée. Le procédé de lessivage consiste à faire agir sur la un alcali caustique en solution concentrée, puis à laver raiter par le chlore ou le chlorure de chaux. Au moyen traitement alternatif répété plusieurs fois, les fibres de la subissent un blanchiment parfait, et constituent une excel-

lente matière qui peut venir en aide au chiffon, quand la paille est abondante et que le chiffon est cher, mais sur laquelle il ne faut pas compter d'une manière absolue. La paille de colza est plus accessible, par son prix, que la paille de céréales; mais son déchet est plus considérable et son rendement est moindre; il en serait sans doute ainsi de la paille de sarrasin qu'on pourrait se procurer abondamment en Normandie et en Bretagne.

D'autres matières sont ou pourraient être utilisées, comme les feuilles, les ajoncs, les roseaux, les aiguilles de pin (laine de forêts); celles-ci donnent même une très-belle matière, si longue qu'on peut la filer.

Le bois dont le cours est à peu près normal, surtout quand on s'adresse à certaines essences, paraît devoir être employé à une fabrication régulière, quel que soit le prix des chiffons. Il y a deux manières de préparer cette matière première. On peut l'employer comme fibre ou comme garnissage. Les efforts tentés dans le premier sens n'ont, jusqu'à aujourd'hui, abouti à rien de définitif. Le procédé consiste à peler et à couper le bois en petits rondins, qu'on fend, qu'on écorce et que l'on soumet pendant un temps très-long à l'action de l'acide chlorhydrique faible. Il paraît bien que, dans cette circonstance, les matières incrustantes se saccharifient, tandis que la cellulose reste intacte, que l'on obtient du glucose et des fibres encore agglomérées, que, par friction et pression, on peut réduire en pâte. Le rendement en sucre, et conséquemment en alcool, est d'autant plus considérable que le bois est plus dur. Le blanchiment de la pâte de bois ainsi obtenu est une des difficultés les plus sérieuses à l'emploi de cette matière. On l'obtient en suivant les préceptes de Berthollet et employant alternativement les lessives et le blanchiment gazeux; mais je crois que l'opération est coûteuse, encore bien qu'on régénère, jusqu'à un certain point, les lessives par l'action de la chaux caustique. Cette production une fois bien régularisée, la pâte de bois, même employée seule, donnerait des résultats excellents; elle peut être, en effet, obtenue très-longue. J'en ai vu qui pouvait être tissée; mais c'était, je pense, un accident de fabrication.

Le plus souvent on ne demande au bois qu'une fibre courte qui est plutôt du remplissage que de la pâte, à proprement parler, et qu'on ne saurait employer seule. Les bois d'essence blanche sont les meilleurs pour cet usage; on les emploie tels quels, sans blanchiment; les rondins sont épluchés, coupés de longueur

débarrassés de leurs nœuds par la gouje et livrés aux machines qui les divisent. Dans la machine Wolter, la plus simple, le bois est logé dans des cases placées autour et à la partie supérieure d'une meule verticale, et comprimé fortement contre cette meule, dont la surface est parallèle aux fibres de bois. Une pression énergique exerce une action contondante sur les parties ligneuses; la meule les détache, les émiette; un courant d'eau les entraîne. La pâte brute est tamisée; les portions trop grossières subissent un second broyage à la meule. Enfin la pâte est facilement égouttée et livrée à la fabrique, où elle entre dans la composition du papier.

A ces matières premières de la confection du papier, il convient de joindre les cassés. On appelle ainsi les rognures et déchets de papier qu'il faut assortir autant que possible, en raison de la couleur, pour les faire servir. Les vieux papiers blancs pour le papier blanc; les imprimés, pour les gris à enveloppes et autres.

Les produits que je vais citer maintenant et qui entrent dans la fabrication du papier, ne sauraient être considérés comme composant la pâte; ce sont des apprêts destinés à donner au papier de l'apparence et du poids. Dans certains cas, l'emploi de ces matières accessoires est légitime, quelquefois même il est intelligent: l'abus seul constitue la fraude.

C'est ainsi qu'on a fait un abus détestable, en les faisant servir à donner un poids considérable à certains papiers d'enveloppes; il en est qui chargent la marchandise de 5 à 10 pour 100, et plus. Pour obtenir une densité plus considérable, on ne s'est même pas arrêté devant l'emploi de matières vénéneuses (comme le sulfate de plomb), qui ont le *mérite* d'être très-lourdes.

Pour la confection du papier, toutes les matières blanches ont été proposées; on s'est surtout attaché à celles-ci : la fécule, le kaolin, le sulfate de chaux. On reconnaît la première, à ce que le papier est colorable en bleu par l'iode. Le kaolin, le sulfate de chaux restent à l'état de cendres quand on brûle le papier : le dernier est soluble dans l'acide chlorhydrique concentré, sa dissolution, très-étendue d'eau, précipite les sels de baryte; le premier ne présente pas ces caractères. La fécule donne au papier du brillant et du craquant; les deux autres matières donnent de l'opacité et surtout du poids.

Le mélange de ces matières ne se fait guère que pour les papiers collés. On appelle ainsi les papiers rendus imperméables, et sur lesquels on peut écrire sans que l'encre pénètre dans la

PHARMACIE

La *pharmacie* est l'art de préparer les *médicaments*, c'est-à-di
d'approprier à l'usage médical les différentes matières premiè
ou *drogues simples* qui peuvent être utiles à la thérapeutique.

Les médicaments sont de deux sortes : on donne le nom de mé
dicaments *officinaux* à ceux que le pharmacien prépare à l'ava
dans son laboratoire en se conformant aux règles contenues da
le *Codex* ou pharmacopée française, et le nom de médicame
magistraux à ceux qu'il prépare sur la prescription d'un méde
Les médicaments magistraux ne sont, le plus souvent, que des m
langes de plusieurs médicaments officinaux ; leur préparation o
rarement quelque difficulté ; nous ne nous occuperons que de ce
des médicaments officinaux. L'ordre que nous suivrons dans l
description des procédés qui servent à les obtenir consistera
grouper ceux qui se préparent d'une manière analogue.

Le traitement le plus simple que l'on puisse faire subir à une
drogue, c'est de la diviser mécaniquement ; aussi parlerons-nou
d'abord des moyens employés pour faire subir cette division aux
substances dont toutes les parties doivent servir à la prépara
tion des médicaments ; mais il arrive souvent que des différent
principes qui composent une même substance, les uns ont un
action médicamenteuse, les autres n'en ont pas ; il faut dans c
cas chercher à isoler les premiers, que l'on conserve, des second
que l'on rejette. C'est dans ce but qu'on exprime le suc d'un frui
l'huile d'une semence ; le suc, l'huile ainsi obtenus doivent êt
débarrassés des impuretés qui les souillent. Un second paragraph
sera consacré aux médicaments analogues aux sucs et aux huile
préparés par expression et dépuration. Viendront ensuite les mé
dicaments que l'on obtient en traitant par un dissolvant de na
ture variable différentes matières ordinairement d'origine végé
tale (teintures, alcoolatures, huiles, vins, vinaigres médicinaux
puis les *extraits*, résidu de l'évaporation d'une dissolution sem
blable aux précédentes ou d'un suc végétal. En cinquième lieu
nous nous occuperons de plusieurs médicaments dont les propri
tés et les applications varient dans certaines limites, mais qui s
rapprochent les uns des autres en ce qu'ils contiennent tous un

[redacted]

ans le papier. On chauffe, la fécule se gonfle, épaissit le liquide t aide ainsi à maintenir le mélange homogène. La colle pré-arée est versée dans la pile, sur la pâte à papier. Lorsqu'on uppose qu'elle est uniformément répartie, on ajoute, dans la ile, la dissolution d'alun, en quantité calculée pour la soude ue renferme le résinate. Le papier est ensuite fabriqué comme a été dit; il sort de la machine tout collé, et différent du pier collé à la feuille en ce que, la colle étant *répartie dans masse*, on peut gratter la surface, sans pour cela rendre le pier perméable : on évite ainsi l'emploi de la sandaraque.

D'autres matières sont ou peuvent être ajoutées à la pâte du pier sans colle ou collé, ce sont les matières colorées, et le u pour azur. Les couleurs employées sont le jaune de chrome, bleu de Prusse et les laques de bois, que l'on peut produire par uble décomposition, dans la pile elle-même.

Le bleu pour azur est généralement l'outremer; l'addition de te couleur a pour objet de rehausser le blanc du papier. Trois ditions sont essentielles à observer pour le fabricant attentif. bleu doit être riche, solide et de teinte convenable. Sa hesse n'est pas toujours en raison de son prix. Il convient ssayer le bleu qu'on achète. On l'apprécie, en le dégradant, c du sulfate de baryte artificiel, comparativement avec un n type, de même *nuance*, dont la pratique a démontré le ren-ment : plus il faut de *blanc* pour arriver à la teinte adoptée, s le bleu est riche. Il y a des outremers qui ne supportent s la plus petite acidité; il en est qui résistent à un liquide vrai-ent acide. Aussi, tout en ayant soin de ne pas laisser d'acide s la pâte, convient-il d'essayer l'outremer à ce point de vue. n la nuance de l'outremer doit être choisie, et, s'il y a lieu, rigée par addition d'autres couleurs, en raison de la nuance doit avoir le papier sec, de manière que la couleur de l'ou-ner soit précisément la *complémentaire* de la couleur de la lle sèche. Le tableau chromatique de M. Chevreul, publié Digeon, est un guide infaillible pour obtenir ce résultat.

Telles sont les diverses notions qui résument la partie chi-que de la fabrication du papier. Je regrette que ce cadre trop reint ne m'ait pas permis tous les développements nécessaires.

BARRESWIL.

... d'un tamis de crin au moyen de la pulpoire, sorte de ...rgie d'un côté. Quelques-unes de ces matières se pul- ...t récent, d'autres après une coction préalable.

MÉDICAMENTS PRÉPARÉS PAR EXPRESSION.

...ient par expression les liquides contenus dans les tissus ... et vasculaire des végétaux. Ces liquides offrent une ...ion très-variable; on les a réunis sous le nom de *sucs*. ...sont formés d'eau contenant en dissolution des ma- ...rées, extractives, des acides, des sels, etc.: ce sont les ...prement dits; tantôt ils sont formés d'une matière grasse ...tance ordinairement fluide, et reçoivent le nom d'*huiles*. ...proprement dits.—On les extrait des végétaux herbacés ou ... charnues des plantes ligneuses. Il est presque toujours ... de broyer d'abord ces matières sous le pilon pour ...leurs cellules. On se contente d'écraser entre les mains ... tissu délicat, tels que les cerises, les groseilles, les ... Lorsque la pâte est assez fine, on la mélange à de la ... et on la soumet à l'action de la presse.

...s ainsi obtenus sont troubles et très-facilement alté- ...qui proviennent de plantes herbacées sont ordinaire- ... à être employés en nature dans un bref délai (sucs ...servir à la préparation des extraits. Dans le pre- ... contente de les filtrer à froid; dans le second, on ...plus souvent jusqu'à l'ébullition, et on les jette sur ... un carré d'étoffe de laine. L'albumine végétale, ... chaleur, reste sur le filtre en retenant les impu- ...e en outre plus facilement, parce que sa viscosité

...tion on fait subir aux sucs de fruits acides desti- ... des sirops une fermentation incomplète qui ...termine la transformation en acide pectique inso- ... partie de la pectine qu'ils contenaient. La ...pectine aurait eu pour effet de donner une trop ... aux sirops. Les sucs qui doivent être conservés ...autre sont traités par la méthode d'Appert. (Voy. *...stances alimentaires.*)

...es huiles végétales employées en médecine sont ... dans les fruits et les semences de plantes di- ...trait par les procédés employés dans l'industrie ...*aisses*); mais il ne faut jamais employer qu...

réserve la chaleur dans la préparation des huiles médicinales: elle donne de l'âcreté à quelques-unes d'entre elles, qui n'en devraient pas avoir, et leur communique plus de dispositions à rancir. Les huiles obtenues par expression doivent être filtrées. Cette opération serait très-lente à la température ordinaire; on l'accélère en plaçant les filtres dans une étuve modérément chauffée. — On a quelquefois, mais exceptionnellement, recours à l'ébullition des graines broyées dans l'eau, que vient surnager la matière grasse, ou à l'action d'un dissolvant (alcool, éther ou sulfure de carbone).

MÉDICAMENTS PRÉPARÉS PAR DISSOLUTION.

Lorsqu'on fait réagir un dissolvant sur une drogue simple, il arrive quelquefois que cette matière s'y dissout complétement, mais le plus souvent il y a séparation d'un résidu insoluble de nature très-variable: l'élimination de ces matières, sans action sur l'économie animale, est un des résultats que l'on cherche à atteindre; mais il n'est pas le seul, car il y a souvent avantage pour le dosage et l'administration d'un médicament à l'employer sous forme liquide, ou dissous dans un autre médicament, le vin, par exemple, dont les propriétés viennent s'ajouter aux siennes propres. Les principaux dissolvants en usage dans les laboratoires des pharmaciens sont l'alcool, l'éther, le vin, le vinaigre, les huiles. Au moyen de l'alcool, on prépare les teintures alcooliques et les alcoolatures; au moyen de l'éther, les teintures éthérées. On a conservé le nom d'huiles médicinales, de vins et de vinaigres médicinaux aux médicaments préparés par solution dans l'huile, le vin ou le vinaigre.

Teintures alcooliques. — L'alcool dont on fait usage pour leur préparation n'est jamais pur. Il est toujours étendu d'une quantité d'eau variable suivant la nature des parties actives à extraire. Lorsqu'elles sont résineuses ou grasses, le Codex prescrit d'employer l'alcool à 34° Cartier; lorsque c'est un mélange de résines et d'autres matières, on prend l'alcool à 31°, et de l'alcool à 21° lorsque la matière active est soluble dans l'alcool faible. Le rapport du poids de la matière à épuiser à celui de l'alcool au degré convenable est le plus souvent celui de 1 à 4. On laisse ces substances en contact pendant plusieurs jours, on met à la presse et on filtre. Lorsqu'on veut opérer plus vite, on peut faire usage du procédé de déplacement. On introduit les substances, réduites en poudre plus ou moins grossière, et légèrement humec-

tées d'alcool, dans une allonge de verre ou dans un cylindre de métal terminé à sa partie inférieure par un cône armé d'un robinet, et on les recouvre d'alcool. Le liquide traverse la poudre et s'écoule à la partie inférieure de l'appareil. On le recueille jusqu'à ce qu'on ait obtenu quatre parties de teinture pour une partie de substance sèche. Les teintures ainsi préparées sont un peu plus chargées, et, par suite, plus actives que celles qu'on obtient par la méthode ordinaire.



Fig. 481. — Appareil de déplacement.

Les *alcoolatures* sont des teintures alcooliques de plantes fraîches. Elles sont prescrites par beaucoup de praticiens, quoiqu'il n'ait pas encore été donné de formule officielle pour leur préparation. On peut les obtenir en mêlant de l'alcool au suc des plantes, ou mieux, en faisant macérer ces plantes contusées dans leur propre poids d'alcool fort.

Teintures éthérées. — Elles se préparent, comme les teintures alcooliques, par macération, ou de préférence par déplacement, en employant une partie de substance pour quatre parties d'éther rectifié.

Les *vins médicinaux* sont le résultat de la macération de diverses drogues simples (quinquina, rhubarbe, gentiane, etc.), dans du vin convenablement choisi pour que la nature et la qualité de ses principes, variant suivant le cru dont il tire son origine, ne puissent pas nuire à l'extraction des matières médicamenteuses. Autant que possible, on emploie des substances sèches, que l'on imbibe d'abord d'une petite quantité d'alcool, destinée à faciliter l'action du vin. Quelques vins médicinaux se préparent cependant avec des substances fraîches, et sans addition d'alcool.

Les *vinaigres médicinaux* se préparent également par macération.

Les procédés employés pour obtenir les *huiles médicinales* varient suivant que les principes à extraire sont volatils ou fixes. Dans le premier cas, on met simplement l'huile en contact à la

température ordinaire, ou tout au plus à celle du bain-marie, avec les substances desséchées ; c'est ainsi que l'on prépare toutes les huiles aromatiques. Dans le second, on peut sans crainte opérer à une température plus élevée ; on prend les plantes à l'état frais, on les pile et on les fait bouillir avec l'huile jusqu'à ce que toute l'eau ait été chassée. On modère alors le feu, on laisse digérer quelque temps et on passe.

MÉDICAMENTS PRÉPARÉS PAR DISSOLUTION ET ÉVAPORATION.

Nous arrivons maintenant à une sorte de médicaments fort employés, parce qu'ils sont en général très-actifs sous un petit volume, et aussi parce que leur solubilité dans différents liquides et le degré variable de consistance qu'on peut leur donner les rendent très-propres à entrer dans les mélanges et à revêtir les diverses formes pharmaceutiques. Ce sont les *extraits*.

Un extrait est le résidu de l'évaporation d'eau, d'alcool ou d'éther chargés des principes solubles d'une matière végétale ; aussi distingue-t-on des extraits aqueux, alcooliques et éthérés. Les extraits vineux et acétiques, préparés au moyen du vin et du vinaigre, sont aujourd'hui tombés en désuétude.

Les dissolutions qui, par leur évaporation, doivent donner des extraits, peuvent être obtenues de plusieurs manières. Lorsqu'on veut préparer l'extrait aqueux d'une plante fraîche, on se contente d'en exprimer le suc, que l'on clarifie comme il a été dit plus haut. Ce n'est que très-rarement qu'on l'évapore encore trouble et tel qu'il coule de la presse (extrait de suc non dépuré). Si la matière à épuiser est sèche, on la réduit en poudre et on la met en contact avec l'eau. Il n'est pas indifférent d'opérer à froid ou à chaud.

On traite certaines substances par décoction, c'est-à-dire par une ébullition prolongée avec de l'eau ; d'autres par infusion, c'est-à-dire par de l'eau qu'on verse bouillante, et dans laquelle elles restent plongées jusqu'à refroidissement ; d'autres enfin par simple macération dans l'eau froide. Le résidu de ces diverses opérations est mis à la presse et soumis à de nouvelles décoctions, infusions ou macérations jusqu'à ce qu'il soit dépouillé de ses principes solubles. On ne pousse cependant jamais l'épuisement jusqu'au bout, car on obtiendrait ainsi de grandes quantités de liqueurs peu chargées dont l'évaporation durerait longtemps, ce qui est, ainsi que nous le verrons plus loin, un grave inconvénient. La plupart des matières végétales se gonflent trop dans

[redacted]

l'eau pour qu'on puisse les traiter par déplacement. Quand on le peut, il est avantageux d'avoir recours à ce procédé, car il fournit des liqueurs concentrées dont l'évaporation ne demande que peu de temps.

L'alcool que l'on emploie à la préparation des extraits est presque toujours de l'alcool à 21° Cartier (56° centésimaux). Plus aqueux, il dissout des matières gommeuses; plus concentré, des résines et des matières grasses qui s'ajouteraient inutilement à la masse de l'extrait. Les traitements par ce liquide ne se font jamais par décoction ni par infusion, à cause de sa grande volatilité, qui en ferait perdre de trop grandes quantités. Mais on l'emploie par digestion en vase clos à une température inférieure à son point d'ébullition, et plus souvent par macération ou par déplacement. Ce dernier procédé s'emploie souvent avec l'alcool, parce qu'il gonfle peu les matières qu'il pénètre, et qu'on peut, en versant par-dessus les dernières portions d'alcool une couche d'eau qui les chasse devant elles, recueillir presque tout le dissolvant employé sans avoir recours à la presse.

Les traitements par l'éther se font presque toujours par lixiviation. On ne peut, en effet, exprimer le marc d'une teinture éthérée sans perdre par évaporation spontanée une grande partie du dissolvant, et l'éther se laisse déplacer par l'eau d'une manière parfaite.

La dissolution des matières extractives obtenue, il faut l'évaporer, et c'est la partie la plus délicate de la préparation d'un extrait. Les principes végétaux s'altèrent, en effet, très-facilement sous la double action d'une chaleur prolongée et de l'oxygène de l'air. Les perfectionnements que l'on a apportés depuis quelques années aux appareils d'évaporation ont eu principalement pour effet de diminuer l'influence de ces deux agents.

Les liqueurs éthérées doivent être distillées avec les précautions convenables pour condenser exactement les vapeurs et empêcher leur inflammation. On chauffe le bain-marie de l'alambic qui les contient au moyen d'eau à la température de 40° à 50°. Il est nécessaire de l'élever à 100° sur la fin de la distillation, pour chasser les dernières traces d'éther.

Les liqueurs alcooliques se distillent aussi au bain-marie; mais il n'est pas besoin d'aussi grandes précautions, et comme l'alcool employé est toujours peu concentré, il laisse un résidu dont il faut achever l'évaporation par une des méthodes applicables à l'évaporation des liqueurs aqueuses.

On évaporait autrefois celles-ci dans des bassines exposées directement à la flamme du foyer. Il fallait régler le feu avec précaution et agiter continuellement, et encore ne se mettait-on que difficilement à l'abri des causes d'altération que nous avons signalées. Aussi évapore-t-on les extraits dans des bassines chauffées au bain-marie, sans employer d'autre moyen que l'agitation pour accélérer l'opération. Dans les laboratoires montés sur une certaine échelle, c'est un moteur mécanique qui est chargé de faire tourner les agitateurs au sein du liquide. Dans les mêmes laboratoires on fait également usage d'appareils analogues à ceux qu'emploient les fabricants de sucre pour cuire dans le vide. On peut les comparer à de grands alambics, munis de leurs serpentins, le tout assez bien fermé pour que l'air ne puisse plus y rentrer quand il en a été chassé. Ceux que l'on a construits jusqu'ici peuvent se rapporter à deux types principaux. Les uns, d'une grande capacité, sont munis d'une pompe qui fait le vide au commencement de l'opération, et le maintient ensuite en enlevant continuellement l'eau condensée et l'air qui peut s'y introduire en dépit du lut dont on garnit les jointures; dans les autres, de moindres dimensions, et plus faciles à fermer hermétiquement, on a supprimé la pompe. Pour y faire le vide, on fait écouler l'eau qui entoure le serpentin, et on chasse l'air par un courant de vapeur. Lorsqu'il a été complétement entraîné, on introduit le liquide à évaporer par un robinet disposé convenablement pour cet usage, on met de nouvelle eau autour du serpentin, et on élève légèrement la température de la cucurbite. L'eau qui distille se rassemble dans un réservoir placé à la partie inférieure du serpentin. Tous ces appareils donnent des extraits d'une belle apparence. D'après Soubeiran, ils ne seraient pas plus actifs que les extraits évaporés au bain-marie. C'est une question qui n'est pas encore résolue, malgré son importance. Il est probable que les extraits préparés au bain-marie par petites quantités sont très-bons; mais l'emploi des appareils à évaporer dans le vide me paraît indispensable quand on opère en grand. Dans ces conditions, l'évaporation au bain-marie dure beaucoup trop longtemps, et de récentes expériences de M. Schœueffele ont mis en lumière les inconvénients de la longue durée des évaporations.

Le plus souvent, on laisse assez d'eau dans les extraits pour leur conserver une consistance molle. Il en est cependant que l'on dessèche complétement en les exposant en couches minces sur des assiettes à la chaleur de l'étuve.

MÉDICAMENTS SUCRÉS OU SACCHAROLÉS.

Sirops.—Un sirop est une dissolution de sucre dans un liquide de nature variable; elle doit être assez concentrée pour pouvoir se conserver sans entrer en fermentation. Le nombre de ceux que l'on emploie en médecine est très-considérable; le sucre peut y être dissous dans l'eau commune, dans une eau distillée aromatique, dans un liquide vineux, dans le suc d'un fruit acide, dans une liqueur extractive ou saline.

Le sirop préparé avec l'eau commune porte le nom de sirop simple; il contient environ deux parties de sucre pour une partie d'eau, et marque 31° bouillant à l'aréomètre de Baumé (D=1,261, Soubeiran). On peut l'obtenir de plusieurs manières, suivant la qualité du sucre employé. Lorsque celui-ci est très-pur, on se contente de le faire dissoudre à froid ou à une douce chaleur; si la dissolution n'est pas parfaitement limpide, on la filtre au papier. Avec du sucre moins beau, il faut clarifier à chaud au moyen du blanc d'œuf. On concasse le sucre, on le place dans une bassine chauffée à feu nu ou à la vapeur avec la quantité d'eau nécessaire, dans laquelle on a délayé quelques blancs d'œuf, et on porte à l'ébullition assez lentement pour que le sucre soit dissous avant que l'albumine commence à se coaguler. Ses flocons, rassemblés par le mouvement de l'ébullition, montent à la surface sous forme d'écume, entraînant avec eux les impuretés qui troublaient la transparence du sirop. On en sépare la plus grande partie au moyen d'une écumoire, le reste est retenu par le filtre de laine ou *chausse*, qu'on fait traverser au sirop bouillant. Lorsque le sirop simple est trop coloré, on le traite par le noir animal, à froid ou à chaud.

Le mode de préparation par simple dissolution et filtration au papier est seul applicable aux sirops préparés avec les eaux distillées aromatiques.

Les sirops préparés avec le vin se font toujours par simple dissolution et filtration au papier, lorsque cela est nécessaire, mais en diminuant la proportion de sucre, parce qu'il est moins soluble dans les liqueurs alcooliques. On diminue aussi la proportion de sucre dans les sirops avec les sucs acides, pour une autre raison : c'est qu'il y est partiellement transformé en glucose, qui a une grande tendance à se déposer sous la forme d'une cristallisation confuse. On y fait dissoudre le sucre à une chaleur modérée, sans clarification.

Les liqueurs extractives destinées à la préparation des sirops

peuvent être le suc d'une plante fraîche, le produit d'une macération, d'une digestion, d'une infusion, d'une décoction, ou bien une dissolution d'extrait. Lorsque la liqueur est assez abondante, on y fait simplement dissoudre le sucre à froid ou à chaud, dans la proportion de deux parties pour une partie de liqueur. Pour avoir un sirop transparent, il faut, lorsqu'on opère à froid, n'employer que des liqueurs limpides et du sucre très-blanc, ou bien filtrer au papier. Lorsqu'on opère à chaud, on peut choisir entre plusieurs procédés de clarification, d'après la nature des principes que la dissolution renferme. L'albumine peut être employée comme nous l'avons indiqué pour le sirop simple, ou, si les liqueurs sont très-troubles, *per descensum;* quand le moment de l'ébullition approche, on agite sans cesse pour empêcher l'écume de monter à la surface, et lorsqu'elle a duré quelques minutes on laisse refroidir. L'albumine coagulée se dépose, entraînant les impuretés avec elles. On décante le sirop clair, et on fait égoutter le dépôt sur une chausse. Lorsque l'emploi de l'albumine, en présence des tannins, par exemple, a des inconvénients, on délaye simplement dans le sirop du papier à filtrer blanc, et on passe à la chausse. Les premières parties coulent troubles, et il faut les rejeter sur le filtre; mais bientôt le papier, garnissant la surface de l'étoffe, rend la filtration plus parfaite. Quand les liqueurs ne sont pas très-abondantes, on les mêle à du sirop simple, et on concentre le mélange au degré convenable, ou mieux encore, on chasse du sirop par l'ébullition une quantité d'eau précisément égale à celle que doit y introduire le liquide extractif, et alors seulement on effectue le mélange. Lorsqu'enfin le liquide à ajouter n'a qu'un assez petit volume pour ne pas étendre le sirop simple de manière à nuire à sa conservation, on l'y mêle à froid sans concentration. Ce cas se présente lorsqu'on opère avec la dissolution d'un extrait, d'un acide végétal ou d'un sel très-actif, comme ceux que forment les alcaloïdes végétaux.

Mellites.—Ce sont des sirops où le sucre est remplacé par du miel. On n'en prépare qu'un petit nombre. Le mellite simple, ou sirop de miel, s'obtient en faisant chauffer du miel avec le tiers de son poids d'eau jusqu'à l'ébullition. On sépare l'écume qui se forme, on cuit à 30° et on passe. La préparation des autres mellites se rapproche beaucoup de celle des sirops. Le mellite simple, préparé avec du vinaigre au lieu d'eau, prend le nom d'oxymel simple. Dans les oxymels composés, on substitue au vinaigre ordinaire des vinaigres médicinaux.

[redacted]

'âtes. — Les pâtes, remèdes populaires contre la toux, sont médicaments de consistance presque solide. Le sucre et la nme sont leurs éléments essentiels. On y ajoute du suc de lisse ou une infusion de cette racine pour obtenir la pâte réglisse noire ou blanche, une décoction de lichen d'Islande ır obtenir la pâte de lichen. On ne fait pas entrer aujour-ui les jujubes ou la guimauve dans la composition des pâtes i portent ces noms. Pour préparer les pâtes de réglisse et de ıen, on fait dissoudre la gomme dans l'eau, on passe pour arer les impuretés; dans le liquide clair, on fait fondre le re, et on évapore au bain-marie ou à feu nu en agitant ıs cesse; sur la fin de l'évaporation, on ajoute la décoction lichen, l'infusion de réglisse ou la dissolution de suc de ré-se du commerce, et lorsqu'on a atteint une consistance conve-ɔle, on coule la pâte encore chaude sur un marbre huilé, ou ouvert d'amidon en poudre, pour qu'elle ne puisse y adhérer. pâte de jujubes, qui doit être transparente, s'obtient en faisant dissolution limpide de gomme et de sucre, l'évaporant sur le jusqu'à ce qu'elle soit assez épaisse pour ne plus couler que icilement, et achevant l'évaporation à l'étuve dans des moules 'er-blanc frottés d'huile ou de mercure. La pâte de guimauve, contraire, doit être blanche et opaque; on la bat continuelle-ıt pendant l'évaporation, qui se fait tout entière sur le four-ıu.

es *conserves* sont quelquefois des mélanges de pulpes végétales le sucre, faits dans le seul but de permettre en toute saison age de ces matières facilement altérables; mais le plus sou-ıt on les prépare en unissant au sucre une poudre végétale alablement humectée.

es *tablettes* et les *pastilles* sont fréquemment confondues sous ıom de ces dernières. Leur mode de préparation et leur com-ition ne sont cependant pas les mêmes. Les pastilles ne con-ınent ordinairement que du sucre et une huile essentielle; ıs les tablettes, on fait toujours entrer quelque poudre médi-ıenteuse. La forme des premières est presque hémisphérique, le des secondes est cylindrique et aplatie. Pour préparer les tilles, on fait chauffer du sucre grossièrement pulvérisé, avec quantité d'eau insuffisante pour le dissoudre complétement ıs un petit poêlon de cuivre à bec de forme spéciale. Lorsque masse est demi-fluide, on y ajoute l'huile essentielle, et à de d'un fil de fer on la fait tomber goutte à goutte sur une

plaque de fer-blanc, où elle se solidifie. Les plus usitées sont les pastilles de menthe. On obtient les tablettes en faisant un mélange de sucre finement pulvérisé et des autres poudres, auquel on donne une consistance suffisamment molle en y ajoutant un mucilage ou dissolution épaisse de gomme adragante; cette pâte est ensuite étendue sous le rouleau en lame mince d'épaisseur uniforme, et enfin découpée en rondelles à l'aide d'un emporte-pièces. Dans quelques laboratoires, on emploie des machines dans lesquelles la pâte, emportée par le mouvement d'un cylindre, est frappée par plusieurs emporte-pièces à la fois, et transformée, avec beaucoup de perfection et de rapidité, en tablettes qui portent une empreinte sur chaque face, comme des pièces de monnaie. On dessèche les tablettes récemment fabriquées en les exposant d'abord à l'air libre, puis dans une étuve modérément chauffée.

MÉDICAMENTS PRÉPARÉS PAR DISTILLATION.

L'appareil qui sert à préparer les médicaments par distillation est l'alambic de forme ordinaire. La cucurbite et le chapiteau sont toujours faits en cuivre soigneusement étamé; le serpentin est en étain. Pour la distillation des liqueurs alcooliques et la préparation de beaucoup d'eaux distillées, on ajoute un bain-marie qui plonge dans l'eau de la cucurbite et supporte le chapiteau. Un tube, qu'on peut supprimer à volonté, part de la cucurbite, pénètre le bain-marie à sa partie supérieure, redescend dans son intérieur le long de sa paroi et vient s'ouvrir au milieu de son fond. Il sert à faire passer au besoin dans le bain-marie un courant de vapeur prise dans la cucurbite. Cette disposition ingénieuse, due à M. Soubeiran, permet de faire des distillations de plantes à la vapeur sans avoir recours à l'installation dispendieuse d'un générateur.

Eaux distillées.—Ce sont des dissolutions aqueuses des principes volatils de certaines plantes. On les préparait autrefois en plaçant dans la cucurbite les plantes qui devaient les fournir, avec assez d'eau pour les baigner complétement, portant à l'ébullition et recueillant le produit distillé; mais il était difficile d'éviter que, les plantes s'attachant au fond de la cucurbite, ne fussent décomposées en petite partie par la chaleur. Cela suffisait pour donner au produit une odeur légèrement empyreumatique. Aujourd'hui, on met le plus souvent les plantes, non pas dans la cucurbite, mais dans le bain-marie, sur un plateau percé de trous au-dessus

à l'orifice du tube qui amène la vapeur fournie par la cucurbite et par un générateur séparé. Le courant de vapeur entraîne les principes volatils dont l'huile essentielle forme la majeure partie; ils se condensent dans le serpentin en même temps que l'eau qui les dissout partiellement. Les eaux distillées se préparent tantôt avec des plantes fraîches, tantôt avec des plantes sèches; dans le premier cas, on retire pour une partie de plantes une ou deux parties de produit, selon les espèces; dans le second, on retire toujours quatre parties d'eau distillée pour une partie de plantes.

Alcoolats.—Les alcoolats se préparent avec l'alcool, à peu près de la même manière que les eaux distillées avec l'eau. Après avoir supprimé le tube à vapeur et bouché l'orifice qui lui donne accès dans le bain-marie, on place les substances aromatiques (bois, écorces, gommes, résines, essences, etc.) dans ce dernier, on les recouvre de la quantité d'alcool prescrite, et on distille avec précaution, après une macération plus ou moins longue. L'alcool employé doit marquer 31° Cartier (80° centésimaux) pour tous les alcoolats simples; pour les alcools composés, son degré varie de 21° Cartier (56° centésimaux) à 34° C. (88° centésimaux).

MÉDICAMENTS PRÉPARÉS PAR SAPONIFICATION.

On sait qu'en faisant réagir une base sur une matière grasse on obtient un savon et de la glycérine, matière rejetée jusqu'ici comme inutile, mais que la médecine commence à employer en quantité assez grande, et qui ne peut manquer de recevoir beaucoup d'autres applications. Le pharmacien prépare surtout des savons à base d'oxyde de plomb, plus connus sous le nom d'emplâtres; il prépare aussi le savon amygdalin, qui résulte de l'action longtemps prolongée à froid de la lessive des savonniers sur l'huile d'amandes douces, et le savon animal, que l'on obtient en faisant chauffer un mélange de la même lessive avec un corps gras d'origine animale (moelle de bœuf, graisse de veau ou axonge de porc).

Emplâtres.—L'emplâtre simple s'obtient en faisant chauffer ensemble, dans une bassine de cuivre, de la litharge, de l'huile d'olive et de l'eau, dont la présence empêche la température de s'élever plus qu'il ne faudrait; mélangé à des résines, de la cire, des gommes-résines, des sels métalliques, etc., il donne les différents emplâtres composés. L'onguent de la mère est un emplâtre préparé sans eau et partiellement brûlé, auquel on ajoute de la cire et de la poix noire. Les emplâtres sont ordinairement conser-

vés sous forme de cylindres ou *magdaléons*. Pour les employer, on les étend au moyen d'un fer chaud sur de la peau blanche, de la toile ou du taffetas. Il faut en excepter certains emplâtres destinés au pansement des plaies, dont on recouvre à l'avance des bandes de toile; ces préparations portent le nom de *sparadraps*. On peut les fabriquer d'une manière fort simple en tendant la bande par des peignes métalliques, et versant dessus l'emplâtre liquéfié, que l'on étale en même temps au moyen d'un couteau de fer chauffé; mais cette manipulation demande une grande habitude, et beaucoup de pharmaciens préfèrent se servir d'un sparadrapier. On en a construit de plusieurs modèles : le moins compliqué et le plus employé se compose d'une planche et d'un lourd couteau fixé au-dessus d'elle de manière à ce qu'ils soient séparés par un intervalle qu'on peut régler à volonté. Pour s'en servir, l'opérateur engage sous le couteau une des extrémités de la bande et la tire avec précaution, tandis qu'un aide verse de l'autre côté du couteau la masse emplastique fondue, qui s'étend sur la toile en couche d'épaisseur uniforme.

Nous avons dit que certains médicaments fort employés n'étaient que des mélanges. Leur préparation ne demande pas d'appareils particuliers autres que le mortier; elle exige cependant de l'habitude, et l'expérience a permis d'établir pour chaque cas des règles dont on ne peut pas s'écarter. Parmi eux, nous citerons les *masses pilulaires*, de consistance demi-molle, destinées à être avalées sous forme de petites balles ou pilules; les *espèces*, mélanges de feuilles, de fleurs ou de racines, que l'on traite par l'eau pour obtenir des tisanes ou des liquides propres à des lotions, des fumigations, etc.; les *électuaires* ou *opiats*, de consistance molle, qu'on fait ingérer en nature ou entrer dans un grand nombre de préparations magistrales; les *émulsions*, liquides composés d'eau et d'huile très-divisée qui leur donne la blancheur du lait; on les obtient en triturant avec de l'eau des semences huileuses, ou bien en suspendant l'huile dans l'eau à l'aide d'un mucilage; les *pommades*, mélanges de corps gras auxquels on ajoute souvent des substances actives et des aromates : elles sont destinées aux pansements et à des applications externes; les *onguents*, qui diffèrent des pommades en ce que des substances résineuses y sont associées aux corps gras; et enfin les *cérats*, où l'on fait entrer de la cire, des corps gras, et souvent de l'eau ordinaire ou des eaux distillées, que l'on y incorpore à l'aide d'un battage prolongé.

A. VÉE.

PHOSPHORE ALLUMETTES

I.—PHOSPHORE.

Le phosphore existe à deux états allotropiques, il est incolore ou rouge. C'est à l'état incolore qu'il a été signalé pour la première fois, c'est aussi à cet état qu'il a été dénommé phosphore. Ce nom signifie, en effet, *porte-lumière*. On sait que ce corps a été découvert par l'alchimiste Brandt, le secret de la fabrication a été trouvé sur quelques indications et divulgué par Kunckel. Comment Brandt a-t-il été conduit à ce curieux résultat? C'est ce qu'on ne saurait dire.

Kunckel, qui avait sollicité Brandt de lui apprendre son secret, n'avait rien pu en obtenir; mais sachant qu'il employait l'urine, il essaya de mille manières et parvint à isoler le phosphore en évaporant à consistance d'extrait des quantités considérables d'urine, laissant la masse abandonnée à la putréfaction, puis la mêlant avec du sable et soumettant le tout à la dessiccation, et enfin à la distillation dans une cornue de grès.

L'urine contient des phosphates acides, le charbon réduit l'acide phosphorique, séparé de ses bases, la silice aidant à la réaction, et le phosphore, corps volatil, se dégage et se condense; on le recueille sous l'eau. Le procédé de Kunckel a été modifié dès qu'on a trouvé une source plus abondante de phosphore dans les os des animaux et dans les phosphates naturels. L'opération est pourtant restée la même, en ce sens que c'est toujours par la réduction des phosphates acides qu'on obtient le phosphore.

On a bien employé le phosphate de plomb, mais l'équivalent si lourd du plomb a dû faire renoncer à cette modification de la méthode ancienne.

Voici les détails de la préparation du phosphore : on se procure du phosphate de chaux, soit des os, soit des marcs provenant de la fabrication de la colle, soit des phosphates naturels. Le phosphate, quel qu'il soit, doit être privé par la calcination de toutes matières organiques.

Si l'on opère sur des os, on les concasse, puis on les calcine dans un four coulant, et on en pulvérise les cendres que l'on

délaye avec de l'eau, et on ajoute pour 100 kil. de phosphate, 100 kil. d'acide sulfurique à 50°. Le mélange se fait dans un bassin de plomb, l'acide est versé peu à peu et on remue avec soin, afin qu'il soit bien réparti; une effervescence de gaz carbonique est l'indice de la présence du carbonate de chaux dans les os. Cette effervescence calmée, on agite de temps en temps et, après vingt heures de réaction, on laisse reposer et on décante la liqueur claire, on lave le résidu méthodiquement, les dernières eaux servent à une opération ultérieure, le liquide est évaporé jusqu'à 24° Baumé bouillant, abandonné au repos, pour séparer le sulfate de chaux, puis décanté, évaporé à 33°, décanté de nouveau et filtré à l'étamine, enfin concentré à consistance sirupeuse (50° Baumé).

Le *sirop*, mélangé à 20 pour 100 de charbon, est chauffé de nouveau dans une chaudière plate en *fonte* jusqu'à ce que la masse soit aussi sèche que possible, on l'introduit alors dans des cornues.

Les cornues, placées en file, sont enfermées chacune dans une niche spéciale, mais toutes étant chauffées par un même foyer. Cette disposition permet, en cas d'accident, d'isoler une cornue sans arrêter la marche de l'opération, une allonge en cuivre joint le col de la cornue à une auge contenant de l'eau.

Cette allonge est assez large pour que la main y pénètre au besoin, et, comme elle plonge fort peu dans le liquide, l'absorption n'est pas à craindre.

On chauffe; des gaz se dégagent qui traversent l'eau, et sont lumineux par le peu de phosphore qu'ils entraînent, le phosphore distillé tombe dans l'eau ou s'arrête dans le col d'où l'ouvrier l'arrache, au besoin, pour éviter l'engorgement.

Quand l'opération est bien conduite, elle s'accomplit régulièrement, et la cornue ne renferme à la fin que du phosphate neutre mêlé de l'excès de charbon. Il arrive quelquefois que le rendement est moindre, et que le résidu est un phosphate cristallisé plus riche en phosphore. Le rendement normal s'exprime par l'équation.

$$2(CaO,PhO^5) + C^5 = 5CO + 2CaO,PhO^5 + Ph.$$

Si le phosphate acide est trop *acide*, le rendement s'affaiblit, et l'on trouve dans l'auge de condensation de l'acide phosphorique, mais ce n'est pas une perte absolue, le liquide de l'auge est employé à délayer le phosphate de chaux; quelques fabricants s'en servent pour préparer le phosphate et le pyrophosphate de soude.

Le phosphore, tel qu'on l'obtient, est rouge orangé, quelquefois rouge brun; pour le purifier, on le jette dans l'eau chaude recouvrant un lit de charbon, le phosphore passe décoloré, mais noirci par la poussière de charbon, on le nettoie en le faisant passer de force à travers une peau de mouton chamoisée, l'opération doit se faire dans l'eau chaude, et la pression est opérée mécaniquement.

Le phosphore purifié se ramasse au fond de l'eau, on lui donne issue par des ouvertures que prolongent des tubes coniques en verre. Ces tubes sont disposés dans un bac renfermant de l'eau froide qui entoure le récipient au phosphore fondu; en entrant dans ce moule en verre, le phosphore se refroidit, on le retire sous forme de bâtons très-légèrement coniques. On peut également le mouler au moyen d'un tube de verre isolé; l'ouvrier aspire d'abord de l'eau chaude, puis du phosphore; quand la colonne est suffisamment élevée, il bouche le tube à l'extrémité inférieure avec le doigt et le plonge dans l'eau froide, celle-ci saisissant le phosphore, le ramène à l'état solide; le tube étant conique, le démoulage est très-facile.

Cette opération dangereuse est généralement supprimée et, pour la vente en gros, le phosphore est simplement versé dans des vases de fer-blanc immergés dans l'eau du vase qui renferme le phosphore fondu; quand ces vases sont presque pleins, on les retire de l'eau, on les laisse refroidir, et on leur ajuste un couvercle que l'on soude au besoin.

Dans les laboratoires, on purifie le phosphore en le faisant fondre dans un mélange de : dissolution saturée de bichromate de potasse 1 vol., acide sulfurique concentré à 66° 1 vol.; la chaleur développée par action chimique est suffisante pour fondre le phosphore, l'acide chromique en se réduisant suroxyde tous les composés oxygénés, le métalloïde s'épure et devient incolore et presque transparent; chose digne de remarque, abandonné au repos, il se maintient à l'état liquide, mais il se solidifie subitement dès qu'on le touche avec un corps dur.

La variété du phosphore rouge a probablement été obtenue pour la première fois par M. Paul Thénard, dans la préparation du phosphure de calcium, où il reste comme résidu dans le ballon de verre qui recouvre le creuset rempli de fragments de chaux; distrait par d'autres travaux, M. Thénard avait ajourné l'étude de ce résidu; aussi, c'est à M. Kopp que revient l'honneur d'avoir signalé l'existence du phosphore rouge, et à M. Schrœtter qu'il

convient d'en attribuer la découverte comme produit industriel. C'est, en effet, ce dernier chimiste qui a donné le moyen de préparer régulièrement en grand et de purifier le phosphore rouge. C'est également M. Schrœtter qui en a le mieux caractérisé les propriétés, et en a proposé l'application principale.

Le phosphore rouge s'obtient en exposant le phosphore blanc à l'action longtemps continuée d'une température de 170° centigrades. On le purifie en lavant la masse rouge ainsi obtenue avec le sulfure de carbone.

Le phosphore rouge sert concurremment avec le blanc à la confection d'allumettes ; j'ai eu la pensée de l'employer pour la préparation des amorces fulminantes, cette application a été réalisée par un fabricant français.

II.—ALLUMETTES.

On a pendant longtemps connu, sous le nom de briquet phosphorique, un petit nécessaire, composé d'une bouteille de plomb avec un bouchon de plomb, renfermant du phosphore, divisé au moyen de la magnésie, et ajusté dans un bloc de liége à surface polie.

Ponr produire du feu, on se servait d'une allumette ordinaire soufrée avec laquelle on détachait un petit fragment de phosphore renfermé dans le petit flacon; on provoquait l'inflammation en frottant ce fragment contre le liége; la chaleur développée par le frottement suffisait pour allumer le phosphore qui, par sa combustion, amenait le soufre au point de s'enflammer; la chaleur, produite par la combustion du soufre déterminait l'inflammation du bois.

Ce briquet rappelait l'ancien briquet à amadou, en ce sens que le calorique initial était dû au frottement. On sait, en effet, que c'est par le frottement que s'échauffe et par suite s'enflamme la parcelle d'acier que le silex détache du briquet, cette parcelle embrasée est reçue sur l'amadou, corps de facile combustion qui prend feu ; on en approche l'allumette soufrée ordinaire.

Le briquet improprement appelé phosphorique (il convient de nommer briquet Fumade, du nom de l'inventeur) a remplacé le briquet à phosphore, c'est lui qu'ont détrôné les allumettes chimiques.

Ce briquet se composait de deux petites boîtes cylindriques dont la plus longue servait de couvercle à la plus petite ; dans

celle-ci était une petite bouteille renfermant de l'amiante imbibée d'acide sulfurique concentré en quantité suffisante pour en être exactement mouillée ; un petit bouchon, qu'on enlevait seulement au moment de se servir du briquet, devait clore hermétiquement le flacon ; le couvercle de l'étui contenait des allumettes qui n'étaient autres que des allumettes ordinaires, garnies par-dessus leur gaîne de soufre d'une pâte faite de chlorate de potasse et de soufre aggloméré par de la gomme épaisse, et que l'on colorait pour caractériser ce genre d'allumettes. On se procurait le feu en appliquant *légèrement* l'extrémité préparée de l'allumette sur la surface de l'amiante imbibée d'acide. Il arrivait alors qu'un peu d'acide mouillait la pâte de soufre et de chlorate de potasse. On avait en présence : l'acide sulfurique et le chlorate produisant, avec le calorique développé par l'action chimique, un composé très-oxygéné : l'acide chlorique ; au contact du soufre, corps combustible, l'effet de cette action chimique était d'enflammer le soufre de la pâte, et aussi le soufre normal de l'allumette et enfin le bois.

L'allumette chimique, dite allemande, tient à la fois de l'ancien briquet à phosphore et du briquet Fumade ; elle utilise la chaleur produite par le frottement, et présente un mélange d'un corps combustible et d'un corps comburant.

Le combustible est : soit le phosphore ou le soufre, soit l'acide stéarique ; le comburant est : soit le salpêtre, soit le minium ou l'oxygène ; quant au chlorate de potasse, il présente l'inconvénient de donner une déflagration trop vive, ce qui en fait rejeter l'emploi.

Un excellent mélange a été conseillé par M. Bœttger :

Phosphore..	4
Azotate de potasse..............................	10
Minium..	3
Colle...	6

La colle qu'on emploie est la colle mince ou collette (on pourrait employer la gomme), on la met dans l'eau, elle s'hydrate et gonfle, quelques heures d'immersion suffisent ; alors, on la fait fondre au bain-marie, et on y introduit le phosphore peu à peu, on agite la masse sans secousse afin que le phosphore ne remonte pas à la surface du liquide. On obtient ainsi une émulsion parfaite à laquelle on ajoute les matières oxygénées, et s'il y a lieu des matières colorantes, telles que des ocres, des jaunes de chrome, du bleu de Prusse, etc. Ce mélange se fait à une douce

température et *sans frottement dur,* autrement il y aurait explosion. Quand la masse est homogène, on l'étend sur un marbre maintenu tiède.

Les allumettes ordinaires sont faites de bois, généralement de tremble, ou de peuplier blanc de Hollande.

Les petites allumettes arrondies sont faites de bois de pin; le bois, coupé en bûches, est séché au four, et débité par bûchettes cylindriques de 5 à 10 centimètres de hauteur, et qu'on refend à leur tour en petits parallélipipèdes à l'aide d'un couteau analogue au coupe-racines; suivant que le couteau s'arrête en chemin ou qu'il traverse entièrement le bloc de bois, les allumettes sont adhérentes entre elles ou séparées. Chaque bloc en fournit de 500 à 600 pièces.

Les allumettes rondes sont préparées au moyen d'un rabot mécanique qui débite le bois en longues baguettes. Cette opération se fait principalement en Autriche et dans le Wurtemberg. Nos marchands achètent les tiges entières et les coupent de longueur à la scie circulaire. Ainsi débitées, elles sont rangées par paquets, qu'on ajuste dans des casiers à règles mobiles, et elles sont, par quantités considérables, trempées dans un bain de soufre, maintenu à la température la moins élevée possible. On les plonge jusqu'à 5 ou 6 millimètres, puis, lorsqu'elles sont ainsi préparées et refroidies, on les applique sur le marbre garni de pâte inflammable.

Cela fait, on les introduit dans une étuve construite en matériaux incombustibles et légers et dont le sol est couvert de sable.

La construction de ces étuves est souvent négligée et présente des chances d'incendie; il serait facile, ce me semble, d'adopter une chambre chaude, analogue à celle des arches de nos verreries, et construites en matériaux très-légers, en tôle mince, recouvertes de bourre de soie, telle qu'on la prépare à Wasselonne, pour éviter le refroidissement des tuyaux de vapeur. Des chariots, glissant sur des rails et portant les allumettes, traverseraient une galerie chauffée et convenablement ventilée; des rideaux permettraient de diviser les convois en cas d'incendie, et les ouvriers ne seraient jamais exposés.

Plusieurs modifications peuvent être apportées au procédé général qui vient d'être décrit. On peut substituer au soufre l'acide stéarique. Au lieu de bois, on se sert aussi de petites bougies faites de brins de coton non tordus, immergés dans la cire *fondue.*

Quant aux couleurs, elles peuvent être variées à l'infini. L'Autriche, qui fabrique de ces allumettes en quantités prodigieuses, excelle pour le fini comme pour la qualité ; les marchands de ce pays présentent comme spécimen des tableaux mosaïques fort intéressants qui sont faits avec des allumettes diversement colorées.

On reproche aux allumettes chimiques deux inconvénients graves : le phosphore duquel elles sont faites est un poison ; de plus, elles peuvent prendre feu accidentellement. Ces inconvénients sérieux ont fait désirer l'invention d'un autre moyen de se procurer du feu.

En 1853, M. Lundstrom, de Suède, imagina de faire des boîtes-briquets dans lesquelles il place des allumettes préparées avec une pâte formée de :

Chlorate de potasse	6
Sulfure d'antimoine	3
Colle forte	1

Et il garnit le couvercle même de la boîte d'une couche adhérente composée de :

Phosphore amorphe	10
Sulfure d'antimoine	8
Colle	3

C'est un retour à l'ancien briquet à phosphore, à cette différence près, que le phosphore amorphe n'est pas vénéneux, et qu'on n'a plus l'embarras de la bouteille ; l'inflammation est, d'ailleurs, facilitée par l'introduction dans la pâte adhérente au couvercle d'un corps dur en poudre grossière.

Avec ce *briquet*, il n'y a pas de danger d'incendie involontaire et il n'y a nul danger d'empoisonnement.

Le seul inconvénient qu'on puisse lui reprocher est dans la nécessité d'une boîte spéciale, d'un frottoir particulier, et c'est à cet inconvénient, qui, au fond, est pourtant un véritable avantage, qu'il faut attribuer la difficulté que l'on rencontre à le faire pénétrer dans la consommation. On a bien essayé, mais sans succès, de faire des allumettes sans phosphore, par conséquent sans poison, s'enflammant sur une surface quelconque, ce qui, il faut bien le dire, serait un moins bon résultat au point de vue de la sécurité publique. Mais jusqu'ici la fabrication de ces allumettes spéciales laisse beaucoup à désirer.

BARRESWIL.

PHOTOGRAPHIE

Sous le titre de Photographie (des mots grecs φῶς, lumière, et γράφω, je trace) nous réunissons l'ensemble des procédés qui permettent d'obtenir un dessin par l'action de la lumière.

Les premiers essais datent de la fin du siècle dernier; ils remontent à Charles, à Wedgwood, à Davy, mais ils restèrent infructueux faute de pouvoir fixer les épreuves encore informes obtenues au moyen du chlorure d'argent.

Nicéphore Niepce commença ses recherches photographiques en 1814. Il obtint avec le bitume de Judée la première épreuve durable et la première planche gravée par les rayons du soleil.

Daguerre, qui poursuivait le même but, s'associa avec Niepce en 1829, et présenta, dix ans plus tard, le procédé sur plaqué d'argent qui a immortalisé son nom.

Les plus beaux perfectionnements apportés au procédé de Daguerre sont dus à M. Fizeau; par l'emploi du brôme, cet habile physicien fit compter par secondes le temps que Daguerre comptait par minutes, et il inventa un élégant procédé de dorure qui lui permit de donner à l'image fugitive un éclat et une solidité qu'elle ne possédait pas avant. Le chlorure et le brômure d'iode furent proposés à la même époque, le premier par M. Claudet à Londres, le second par M. Gaudin à Paris.

La photographie sur plaques prit alors un grand essor, laissant dans l'ombre deux procédés nés vers la même époque. Le premier, dû à M. Bayard, permettait à son auteur d'exposer, en juillet 1839, des épreuves *positives* sur papier. Le second, découvert en Angleterre par M. Talbot, donnait une épreuve inverse, dite *négative*, qui, servant de type, permettait d'obtenir autant d'épreuves que l'on pouvait le désirer.

Le procédé de M. Talbot, repris, modifié et amélioré, a donné naissance à la photographie actuelle. Au papier humide employé par M. Talbot, M. Legray substitua le papier ciré; bientôt après M. Niepce de Saint-Victor, neveu de Nicéphore Niepce, proposa l'emploi d'une couche d'albumine iodurée étendue sur glace, [illegible] obtenir des finesses que le grain du papier ne permettait [illegible] pérer. M. Legray entrevit la possibilité d'employer le

ion, et publia même une formule dans laquelle il indiquait oi de ce corps; mais ce furent MM. Archer et Fry qui, en donnèrent une méthode complète de collodion humide.

premières épreuves positives faites avec les sels d'argent aient avec rapidité. M. le duc de Luynes proposa un prix ande valeur pour la production d'épreuves inaltérables; diatement les recherches se portèrent sur les moyens d'ob- es images photographiques avec le charbon, et MM. Poite- Salmon et Garnier, Pouncy, Fargier, ont inventé divers dés au moyen desquels on peut faire des épreuves avec espèces de poudres.

diverses méthodes que nous avons à décrire sont les pro- au collodion humide, au collodion sec, à l'albumine, au ciré sec; le tirage des épreuves positives; la photographie aques ou daguerréotype; enfin les procédés employés pour r les épreuves au charbon, soit directement, soit par la re ou la lithographie.

COLLODION HUMIDE.

glace doit, avant toutes choses, être soigneusement net- cette opération s'exécute en la posant sur une presse à éciale pour cet usage (fig. 482). On verse à la surface un mé- d'eau et de terre pourrie en bouillie claire, acidulée par ues gouttes d'acide nitrique, que l'on étend avec un tam-



Fig. 482. — Presse à vis pour nettoyer les glaces.

e coton, ou mieux de molleton plucheux; avec un second on on enlève toute la terre pourrie, et on donne un dernier vec un peu de papier joseph.

prépare le collodion en faisant dissoudre dans un mélange is parties d'éther pour deux parties d'alcool une quantité de -poudre (pyroxyline) telle que le liquide ait une consistance ue oléagineuse. Les proportions généralement adoptées sont nme de coton poudre pour 100 centigrammes du mélange

d'alcool et d'éther; on y ajoute 1 gramme d'un iodure et 2 à 3 décigrammes d'un brômure soluble dans l'alcool et l'éther. Les iodures et les brômures d'ammonium, de sodium, de cadmium, de zinc, de nickel, peuvent être également bien employés; l'iodure de potassium demande pour se dissoudre l'addition de quelques gouttes d'eau.

Le collodion [1], convenablement filtré et reposé, est étendu sur une glace, que l'on a préalablement nettoyée avec le plus grand soin.

La glace étant préparée, on passe un blaireau pour chasser les

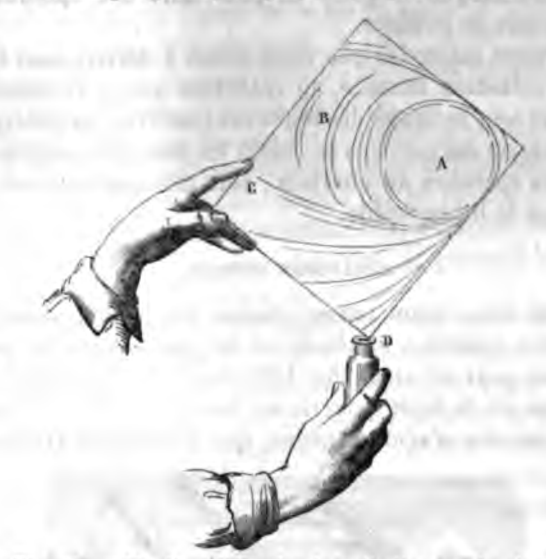


Fig. 483.— Manière d'étendre le collodion sur la glace : Tenir horizontalement.—Verser le collodion en A, incliner en B, puis en C, et faire écouler par le coin D.

poussières, et on verse le collodion, que l'on laisse s'étendre en

[1] Les formules de collodion sont très-nombreuses. Nous en donnons ici quelques-unes :

1° Ether sulfurique	300	
Alcool à 40°	200	
Coton-poudre	5	

Ajoutez à ce mélange, après les avoir broyés au mortier de porcelaine :

Iodure de potassium	1 gr.	»
— d'ammonium	1	75
— de cadmium	1	75
Brômure de cadmium	1	25

[redacted]

rond, gagner successivement les deux angles supérieurs, et, inclinant la main, on déverse l'excédant dans le flacon (fig. 483).

On fait osciller la glace de manière à faire disparaître les stries qui se forment par l'écoulement du collodion.

La sensibilisation de la couche se fait complétement à l'abri de la lumière du jour, dans un cabinet éclairé, soit par une bougie, soit par des verres jaunes. On plonge la glace d'un coup (fig. 484) dans un bain de nitrate d'argent pur, composé de 6 à

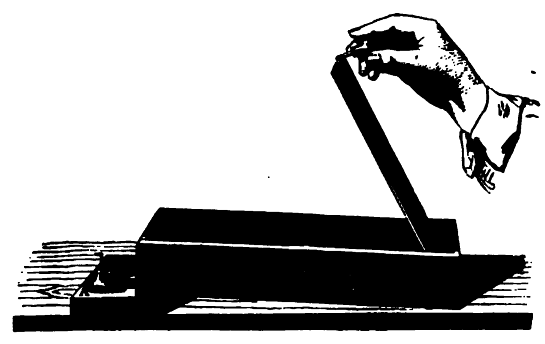


Fig. 484.—Manière de plonger la glace (le collodion en dessous dans le bain d'argent.

10 grammes d'azotate d'argent fondu pour 100 cent. cubes d'eau (plus la température est élevée, moins le bain doit être fort); avant de l'immerger dans ce bain, il faut avoir soin que le collodion ait pris assez de consistance, ce qui a lieu presque immédiatement.

La couche transparente devient opaline, par suite de la formation de l'iodure d'argent. Après quelques minutes d'immersion on redresse la glace, on l'égoutte, on la met dans le châssis; elle est prête à être exposée dans la chambre noire (fig. 485).

Lorsque la mise au point est arrêtée, c'est-à-dire quand on est parvenu, en écartant plus ou moins de l'objectif la glace dépo-

2° Au collodion normal composé de :

Ether	300	
Alcool à 40°	200	
Coton-poudre	5	
Ajoutez :		
Iodure d'ammonium	1 gr.	»
— de cadmium	3	»
Brômure de cadmium	1	25

lie, à obtenir sur celle-ci une image parfaitement nette de l'objet à reproduire, on substitue à la glace dépolie le châssis dans lequel est la glace préparée. Les rayons lumineux qui forment l'image viennent frapper sur la surface sensible, et après une expo-



Fig. 485.—Chambre noire de voyage sur son pied.

AB, chambre à soufflet.
CD, queue à coulisse.
O, objectif.
E, écrou pour fixer la chambre sur le pied.
P, pied à six branches.
X, fourchette pour maintenir la queue de la chambre dans les grands tirages.

sition très-variable, suivant l'objectif, la lumière, l'objet à reproduire, et qui peut varier d'une minime fraction de seconde à une demi-heure environ, et même beaucoup plus si on emploie des préparations sèches, on ferme le châssis et on le rapporte dans le cabinet noir, où se fera le développement.

La glace, retirée du châssis toute humide encore, ne laisse voir aucune trace d'image; mais en versant sur l'épreuve une solution réductrice[1] formée, soit de sulfate de protoxyde de fer très-

[1] Formules :

1°	Eau	750
	Solution saturée de sulfate de protoxyde de fer	100
	Acide pyroligneux	25
	Alcool à 36°	25

[redacted]

étendu et acidulé, soit d'acide pyrogallique également acidulé par l'acide acétique, il se fait une réduction relativement lente du nitrate d'argent, et l'image ne tarde pas à apparaître avec tous ses détails. Lorsque, après avoir laissé agir quelque temps, l'épreuve ne gagne plus, et qu'elle n'est pas encore arrivée à la vigueur voulue, ce que l'on ne connaît que par expérience, il faut la faire monter en lui fournissant une nouvelle quantité d'argent; on verse donc alternativement sur l'épreuve une couche de solution alcoolisée de nitrate d'argent à 3 pour 100, puis la solution réductrice; on laisse agir, et on recommence s'il y a lieu.

L'épreuve terminée est d'abord lavée à grande eau, puis fixée dans une solution d'hyposulfite de soude ou de sulfocyanure d'ammonium à 25 ou 30 pour 100, ou de cyanure de potassium à 2 pour 100. La couche jaune opaline d'iodure d'argent se dissout sans que l'argent réduit qui forme l'image soit attaqué, et la glace, bien lavée de nouveau, est mise à sécher.

On a obtenu ainsi une épreuve négative, c'est-à-dire que les parties blanches du modèle sont accusées par des noirs, et dans les ombres la glace a gardé sa transparence.

Si la pose a été très-courte, et qu'il n'y ait eu dans l'opération aucune cause de voile, cette image, négative en réalité, apparaîtra, au contraire, positive si on la regarde sur un fond noir, parce que l'argent réduit paraît blanc par réflexion. On peut obtenir par ce moyen des épreuves positives directes d'une grande finesse, rivalisant avec l'ancien procédé sur plaque de Daguerre.

Après les lavages, l'épreuve est examinée avec soin; si elle n'a pas l'intensité voulue, on peut encore lui donner plus de vigueur en versant à sa surface une couche régulière d'une solution de bichlorure de mercure à saturation dans l'eau; on lave de nouveau et on laisse sécher.

A cet état, l'épreuve ne présente aucune solidité et se détruira rapidement au tirage; il faut la recouvrir d'un vernis qui la protége. Ce vernis sera quelquefois une simple couche de gomme arabique dissoute, dans les proportions de 40 grammes de gomme pour 100 grammes d'eau. Ce vernis, peu résistant, laisse aux

2°	Eau distillée	250
	Acide pyrogallique	1
	Acide acétique cristallisable	20

On peut remplacer les 20 centim. cubes d'acide acétique par 1 gramme d'acide citrique.

noirs toute leur opacité. Le plus souvent le vernis est form d'une matière résineuse dissoute dans l'alcool. On doit chauffe légèrement la glace avant et après l'application du vernis rés neux. La formule suivante, donnée par M. Mailand, réussit parfa tement :

Alcool à 40°	100
Elémi	3
Gomme laque en grains	10
Verre pilé	10

Filtrez après dissolutio .

COL ON SEC.

Lorsque les circonstanc placement et de voyage em chent d'employer le colloa mide, il faut avoir recours collodion sec, que l'on peut ir par différents procédés.

Procédé Taupenot. — La g..., recouverte d'un collodion tr fluide et donnant une couche peu épaisse, est sensibilisée, la avec soin et recouverte bien également avec de l'albumine p parée de la manière suivante :

Albumine	240 gr.	»
Eau distillée	50	»
Iodure d'ammonium	2	50
Brômure d'ammonium	0	75
Sucre blanc ou candi	5	»
Ammoniaque liquide	20	cent. cub.

L'albumine étant séparée des jaunes d'œuf, on enlève germes, puis on y ajoute les autres substances dissoutes dans 50 centigrammes d'eau distillée. On bat le tout en neige épais et le liquide décanté le lendemain est bon à servir.

Lorsque la glace a reçu une couche bien égale de cette al mine, on la met sur un angle et on la laisse sécher; à cet é elle n'a aucune sensibilité; lorsqu'on veut s'en servir, on la se bilise dans un bain composé de :

Nitrate d'argent	8 à 10	grammes.
Eau distillée	100	—
Acide acétique cristallisable	10	—

Après trente secondes d'une immersion régulière, et faite d' coup, on retire la glace et on la lave à grande eau; on laisse cher dans une complète obscurité. Ainsi préparée, la couche très-sensible et peut se conserver dans cet état un temps variabl quelquefois pendant plusieurs mois.

[redacted]

Le développement se fait en mettant la glace dans un bain de :

Eau	1.000 grammes.
Acide gallique	4 —
Acide pyrogallique	1 —
Acide citrique	1 —
ou acétique	5 —

Aussitôt que la glace a été plongée dans ce mélange, on la retire, on y ajoute, pour une dimension d'épreuve 21×27, deux à trois centimètres cubes d'une solution d'argent à 3 pour 100.

Pour obtenir un développement plus régulier, il est bon que la couche sensible soit en dessous; un crochet interposé l'empêche de toucher le fond de la cuvette.

L'épreuve se développe en général avec lenteur, et si on veut avoir toute la douceur et le modelé qu'on doit rechercher, il faut toujours employer très-peu d'azotate d'argent.

Lorsque l'image est à son point, on lave, on fixe dans l'hyposulfite de soude à 20 pour 100, on lave de nouveau, on fait sécher et on vernit.

Procédé au tannin.—Sur la glace collodionnée avec un bon collodion ordinaire, sensibilisée, puis lavée avec le plus grand soin pour éliminer tout le nitrate d'argent libre, on verse une solution contenant 3 grammes de tannin pour 100 d'eau. On laisse sécher, et après l'exposition on développe par l'acide pyrogallique additionné d'acide citrique.

On peut également employer sur glace l'albumine seule iodurée, puis sensibilisée; mais la couche est très-lente à s'impressionner, et l'on préfère généralement le procédé Taupenot.

PAPIER CIRÉ SEC.

Procédé de M. Legray.—On choisit du bon papier un peu mince, que l'on imprègne de cire fondue, puis avec un fer chaud et des feuilles de gros papier buvard, on enlève l'excès de cire jusqu'à ce que la feuille ait partout l'aspect mat d'un verre dépoli.

Les feuilles sont ensuite immergées pendant une demi-heure au moins dans une bassine en porcelaine ou en verre contenant, en quantité suffisante pour que chaque feuille baigne largement, la solution suivante d'iodure de potassium :

Petit-lait (sérum) clarifié	500 gr.	»
Iodure de potassium	7	50
Brômure de potassium	2	»
Sucre de lait	10	»

Ce bain doit être filtré avec soin. Après une demi-heure d'im-

mersion, on retire les feuilles les unes après les autres, on les suspend par un angle et on les laisse sécher.

Pour rendre les feuilles sensibles on les plonge successivement dans un bain composé de 35 grammes de nitrate d'argent dissous dans 500 cent. cubes d'eau distillée, à laquelle on ajoute 35 cent. cubes d'acide acétique.

Après deux ou trois minutes, on relève la feuille, qu'on remplace par une seconde; on la lave à plusieurs eaux et on la sèche entre des doubles de fort buvard plusieurs fois renouvelés.

La feuille sèche est mise entre deux glaces dans le châssis; elle est prête à être exposée, et peut conserver sa sensibilité pendant plusieurs jours.

L'exposition est beaucoup plus longue que pour le collodion humide ou sec. L'épreuve obtenue, quelquefois légèrement visible après l'exposition, est développée à l'abri de la lumière en mettant dans une cuvette une solution claire d'acide gallique à saturation dans l'eau distillée; elle apparaît souvent d'un ton rougeâtre, mais beaucoup trop faible; on la fait monter de ton en ajoutant dans le bain un peu d'une solution de nitrate d'argent à 3 pour 100 dans l'eau distillée. Lorsque l'image a pris l'intensité nécessaire, on lave l'épreuve à plusieurs eaux et on la fixe dans une solution d'hyposulfite de soude à 10 ou 15 pour 100. On lave de nouveau avec soin. On laisse baigner la feuille pendant plusieurs heures, on la suspend ensuite pour sécher. Elle prend alors un aspect grenu qui lui ôte sa transparence, mais on voit le dessin reparaître avec sa finesse en faisant refondre la cire au-dessus d'un feu clair.

ÉPREUVES POSITIVES.

Les épreuves positives se font le plus souvent en mettant à profit la propriété que possède le chlorure d'argent, surtout lorsqu'il est imprégné de nitrate d'argent un peu concentré, de noircir rapidement et de prendre à la lumière des teintes qui seront encore plus riches si on fait intervenir une matière organique, comme l'amidon, la gélatine ou l'albumine, dans la combinaison.

Le choix du papier a une grande importance : pour avoir une belle couche d'albumine bien brillante, il faut des papiers très bien collés. Les feuilles étant coupées à la grandeur voulue, on les pose régulièrement sans temps d'arrêt, sans bulles d'air, à la surface d'un bain formé d'albumine d'œufs, préalablement purifiée par le battage en mousse, et contenant 3 ou 4 parties de sel pour 100

bumine. On a soin qu'il ne passe pas de liquide au dos; on
se la feuille sur le bain pendant trois ou quatre minutes; on la
ve avec précaution; on la pend pour la faire sécher, et on la
serve pour l'usage.

n sensibilise les feuilles chlorurées albuminées en posant le
préparé sur un bain composé de 18 à 20 parties d'azotate
gent pour 100 d'eau distillée. Après trois à quatre minutes de
act, on relève la feuille et on la pend pour la laisser complé-
ent sécher. La feuille se trouve ainsi recouverte sur une de
faces d'un mélange de chlorure, de nitrate et d'albuminate
gent. Ces trois corps, en présence de la lumière, concourent à
rmation de l'image.

e bain d'argent pour épreuves positives s'appauvrit prompte-
t, et doit être ramené à son titre normal. Il faut compter sur
dépense d'environ 100 grammes de nitrate d'argent pour sen-
iser la valeur d'un main de papier, soit vingt-quatre feuilles
m,44 sur 0m,57.

orsque les feuilles positives sont parfaitement sèches, on met
égatif à reproduire dans la presse dite châssis positif (fig. 486).

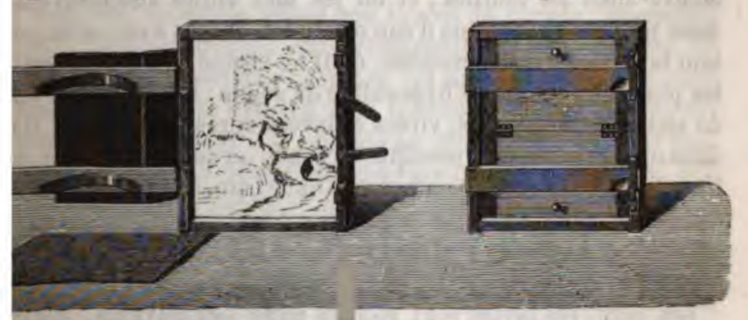


Fig. 486.—Châssis positif pour le tirage des épreuves.

t le fond est en glace; on le place sur cette glace, le côté de
reuve en dessus, de manière à être en contact direct avec le
préparé de la feuille sensible, que l'on étend sur le cliché, et
expose à la lumière. Immédiatement le papier positif se teinte
ou moins, suivant qu'il est plus ou moins protégé par les
s du cliché. Le temps d'exposition est excessivement variable,
vant la lumière et l'intensité du négatif; l'on doit avoir soin
laisser l'épreuve devenir un peu plus foncée qu'on ne veut la
der, parce qu'elle baisse toujours de ton dans les opérations
vantes.

Une épreuve, fixée simplement dans l'hyposulfite de soude, prend un ton roux désagréable; on modifie cette teinte en employant des solutions d'or, opération que l'on appelle le virage. Toutes les opérations du virage et du fixage doivent être faites à une faible lumière. Les épreuves sont d'abord lavées dans une première eau, qui enlève en partie l'excès de nitrate d'argent, puis dans une seconde eau, qui peut être additionnée de 2 à 3 pour 100 de bicarbonate de soude (moins alcalin que le carbonate, qui pourrait altérer l'encollage). Le bicarbonate de soude a pour but de saturer l'acide nitrique mis en liberté par la lumière. On immerge ensuite complétement les épreuves dos à dos, et seulement deux par deux, dans une solution d'or composée de :

Chlorure d'or...........................	1 gramme.
Acétate de soude fondu et pur...........	10 à 30 gr.
Eau distillée...........................	1 litre.

Sous l'influence de ce bain, l'image, devenue rouge par les lavages précédents, passe rapidement au ton bleu. Avec un peu d'habitude, on sait bientôt à quelle teinte on doit s'arrêter; on enlève alors les feuilles, et on les met toutes successivement dans une grande bassine d'eau ordinaire. Il faut avoir soin, dans tout le cours de ces opérations, qu'il ne vienne pas sur les feuilles les plus petites traces d'hyposulfite de soude : ce serait une cause de taches. Les épreuves, virées et lavées après virage, sont fixées dans une solution d'hyposulfite de soude ou de sulfocyanure alcalin à 20 pour 100. On les immerge dans ce bain, en évitant les bulles d'air et en ayant soin que la quantité de liquide soit assez considérable pour qu'elles y nagent facilement. Après dix minutes à un quart d'heure, on les retire et on les lave à huit ou dix eaux.

Les épreuves lavées sont séchées entre des buvards, coupées d'équerre, collées sur bristol, satinées et frottées avec une flanelle, sur laquelle on met un peu d'encaustique, formée de parties égales de cire blanche et d'essence de térébenthine, dans laquelle on a fait préalablement dissoudre 10 pour 100 de mastic en larmes.

THÉORIE DE LA FORMATION, DU VIRAGE, DU FIXAGE ET DE L'ALTÉRATION DES ÉPREUVES POSITIVES.

L'explication théorique de la formation des épreuves positives et de leur altération a été, pour MM. Davanne et Girard, le but d'un travail spécial dont nous donnons ici le résumé.

Le papier préparé et sensible contient du chlorure d'argent, du

nitrate d'argent et une combinaison d'argent et de matière organique (amidon, gélatine, albumine). Ces trois substances concourent à la formation de l'image. Sous l'influence de la lumière, le chlorure d'argent est réduit *à l'état métallique;* il noircit, et, la pellicule noircie protégeant contre la lumière la couche sous-jacente, l'action s'arrêterait bientôt, et on n'aurait que des épreuves grises et plates, si le chlore mis en liberté ne trouvait du nitrate d'argent, avec lequel il régénère immédiatement une nouvelle couche de chlorure, qui noircit à son tour et en renouvelle une troisième, etc.; l'excès du nitrate d'argent permet donc d'obtenir ainsi des épreuves plus profondes et plus vigoureuses, et la combinaison d'albumine et d'argent, qui suffirait pour donner une épreuve vigoureuse, mais trop rouge, vient ajouter à l'ensemble sa sensibilité, sa vigueur et sa richesse de coloration.

Lorsque l'épreuve est assez vigoureuse et qu'on la retire du châssis, outre l'excès des chlorure, nitrate et albuminate d'argent qui ont concouru à sa formation, elle renferme de l'argent métallique, une combinaison d'argent et d'albumine richement teintée et de l'acide nitrique mis en liberté. On lave cette épreuve à l'eau pour enlever, en même temps que l'excès de nitrate, désormais inutile, l'acide nitrique, qui, réagissant sur l'hyposulfite de soude, le décomposerait. On sature cet acide nitrique plus complètement encore par l'emploi d'un bain contenant un peu de bicarbonate de soude, et l'on procède au virage, que l'on fait toujours maintenant au moyen de chlorure d'or additionné de sels neutres ou alcalins (acétate, citrate, bicarbonate, phosphate de soude). Ce virage est une simple substitution. L'or remplace l'argent réduit et la combinaison argentico-organique; il s'y substitue, tandis que l'argent retourne à l'état de chlorure; on obtient ainsi des tons noirs, violets ou pourpres excessivement riches. L'épreuve virée est ensuite fixée.

Pour bien comprendre ce fixage, il faut connaître la série des composés que l'hyposulfite de soude peut former avec les sels d'argent.

La première action de l'hyposulfite de soude sur un sel d'argent soluble est de donner, par double décomposition, de l'hyposulfite d'argent et du nitrate de soude; cette réaction se produit toujours si le sel d'argent est en excès; si au contraire l'hyposulfite de soude est en léger excès, il peut se former un premier sel double peu soluble, facilement décomposable sous l'influence de l'eau et de la lumière, ayant pour formule AgO,S^2O^2+NaO,S^2O^2

Ce sel est très-soluble dans une solution d'hyposulfite de soude, avec lequel il forme alors un second sel double difficilement cristallisable, très-soluble dans l'eau, inaltérable à la lumière, qui a pour formule AgO,S^2O^2+2NaO,S^2O^2.

Le premier sel, l'hyposulfite d'argent, se décompose presque immédiatement en sulfure d'argent et acide sulfurique, suivant la formule :

$$AgO,S^2O^2+HO=AgS+SO^3,HO.$$

L'acide sulfurique, mis en liberté, réagit sur l'hyposulfite de soude, qu'il décompose en mettant du soufre en liberté.

Du moment qu'il y a de l'argent en solution dans l'hyposulfite de soude, ce qui arrive aussitôt que celui-ci a servi à fixer quelques épreuves, la décomposition continue; le soufre s'empare peu à peu de l'argent, met l'acide nitrique en liberté, celui-ci réagit sur l'hyposulfite de soude, qu'il décompose à son tour; il se fait des composés de la série thionique éminemment instables, et il en résulte un mélange sulfurant qui, tout en donnant aux épreuves des tons très-riches, compromet leur solidité dans l'avenir, parce qu'il dépose du soufre dans la pâte même du papier.

Pour avoir un bon fixage, tous les efforts doivent donc tendre à obtenir le plus rapidement possible, avec les sels d'argent qui sont sur l'épreuve, le sel double, contenant pour un équivalent d'argent deux équivalents d'hyposulfite de soude, et à éviter toute cause qui, provoquant la décomposition de l'hyposulfite, amènerait l'action du soufre sur l'épreuve.

Il suffit pour cela d'immerger les épreuves n'ayant *aucune réaction acide* dans un bain *neuf* d'hyposulfite de soude *concentré* (à 20 pour 100), assez abondant pour que l'épreuve y nage facilement et que le liquide puisse pénétrer par les deux faces; à ne pas laisser interposer de bulles d'air et éviter toutes causes qui pourraient amener un instant excès de sel d'argent sur le liquide fixateur; à ne fixer dans le même bain qu'un petit nombre d'épreuves, puis à le mettre aux résidus lorsqu'on s'en est servi, car en moins de vingt-quatre heures ce bain entre en décomposition, et aurait une action sulfurante.

DAGUERRÉOTYPE, OU PROCÉDÉ SUR PLAQUES.

Nous ne dirons que quelques mots de ce procédé, presque entièrement abandonné aujourd'hui, et qui a permis cependant d'obtenir des chefs-d'œuvre de finesse. L'image se produit sur une plaque d'argent préparée de la manière suivante :

Après avoir abattu les arêtes de la plaque, on la polit avec le plus grand soin au moyen d'un tampon de coton imbibé d'alcool et de tripoli, et on termine avec un polissoir en peau de daim, saupoudré de rouge à polir. Ainsi préparée, la plaque est soumise, dans une boîte spéciale, à la vapeur de l'iode, jusqu'à ce qu'elle ait pris une teinte jaune paille foncée, puis à la vapeur de brôme (s'exhalant d'un mélange de chaux caustique et de brôme, dit brômure de chaux), jusqu'à ce qu'elle ait la teinte fleur de pêcher; enfin, on la reporte au-dessus de l'iode, et on l'y laisse sans la regarder pendant la moitié du temps qu'a duré la première ioduration. Ces opérations doivent se faire à l'abri de la lumière blanche. On l'expose alors à la chambre noire pendant un temps qui peut varier de la quasi-instantanéité à une ou plusieurs minutes. La plaque, rapportée dans le laboratoire, est mise, sous une inclinaison de 45°, à 5 à 8 centimètres au-dessus d'un bain de mercure, que l'on chauffe entre 50° et 60°; la vapeur mercurielle, en se condensant sur la plaque, dessine l'image. On fixe cette épreuve en l'immergeant dans une solution d'hyposulfite de soude à 10 ou 15 pour 100. On la lave, et pour lui donner plus de solidité on la dore par le procédé de M. Fizeau, qui consiste à couvrir cette plaque d'une couche d'un liquide formé de :

Eau.	1.000
Sel de Gélis (hyposulfite double d'or et de soude.	1 gramme

Ce liquide, bien filtré sur la plaque, est chauffé rapidement en dessous avec une forte lampe à alcool; les blancs deviennent plus éclatants, les noirs plus intenses; on arrête avant l'ébullition du liquide, et on lave en jetant la plaque d'un coup dans l'eau; on rince à l'eau distillée, on sèche rapidement avec la lampe à alcool, et l'épreuve est terminée.

Traitement des résidus.—La majeure partie de l'argent employé et une certaine quantité d'or restent en solution dans les bains de lavage, et on peut en retrouver la presque totalité en réunissant les eaux dans un grand vase et en y versant une solution de foie de soufre (pentasulfure de potassium) en minime excès. On décante et on jette le liquide clair après repos, et lorsque le précipité des sulfures est assez abondant, on le recueille, on le sèche, on le *grille* dans une marmite de fonte, de manière à brûler le soufre libre, qui détonerait plus tard par son mélange avec le salpêtre; la matière grillée, réduite en poudre fine, est ensuite mélangée avec son poids de salpêtre et fondue au rouge vif; le sulfure

d'argent est réduit, et on obtient dans le fond du creuset un culot d'argent en rapport avec la masse et la richesse des résidus traités.

PROCÉDÉS DE PHOTOGRAPHIE SANS SELS D'ARGENT.

La dépense qu'entraîne l'emploi des sels d'argent, et surtout l'altération que l'on croyait inhérente à leur usage, ont fait faire un assez grand nombre de recherches pour trouver des agents plus économiques et moins altérables. Le prix fondé par M. le duc de Luynes, en les stimulant, a fait aboutir ces recherches à un résultat que l'on aurait pu croire impossible : l'emploi en photographie du charbon, c'est-à-dire d'une substance insoluble, inaltérable à la lumière et aux divers agents chimiques.

M. Poitevin a employé le bichromate de potasse mélangé à la gélatine ou à l'albumine et additionné de couleurs en poudre: charbon, peroxyde de fer, etc., etc. Le mélange, étendu sur papier, est exposé à la lumière sous un négatif. Sous l'influence des rayons lumineux, l'albumine ou la gélatine est coagulée par le bichromate de potasse, et retient emprisonnées les poudres qu'on y a mélangées. M. Fargier a apporté à ce procédé une modification importante, fondée sur ce principe, que la couche de gélatine n'est pas attaquée également dans toute son épaisseur, et que, pour avoir les demi-teintes, il y a intérêt à laver le dessous de la couche sur l'épreuve décollée; pour cela, il étend sa préparation sur une glace; après l'exposition à la lumière, il la recouvre d'une couche de collodion, qui lui donne la consistance, puis il la plonge dans l'eau chaude; le collodion se détache de la glace, entraînant avec lui la couche bichromatée; on continue le lavage avec précaution, puis on fixe cette pellicule sur une feuille de papier albuminé ou gélatiné.

MM. Salmon et Garnier ont proposé, pour obtenir les épreuves, l'emploi d'un mélange de : bichromate d'ammoniaque, 7 grammes 50; sucre, 30 grammes; eau, 30 grammes; albumine, 10 grammes. Cette mixture, étendue sur le papier, reste poisseuse, mais elle perd cette propriété par l'action de la lumière. On expose le papier préparé et séché sous une épreuve *positive* sur verre; partout où la lumière passe, la mixture se dessèche; elle reste plus ou moins poisseuse sous les demi-teintes ou les noirs. Après cette exposition on passe, avec un tampon de coton ou un pinceau, du noir d'ivoire sec et en poudre impalpable, qui se fixe sur les parties poisseuses, puis on lave à l'eau avec précaution; le noir reste sur les parties où il s'est fixé.

M. Poitevin a indiqué un procédé inverse du précédent : il
st basé sur l'emploi du perchlorure de fer, 10 parties, mélangé
5 grammes d'acide tartrique et dissous dans 60 parties d'eau.
ette préparation, étendue sur une glace et séchée, devient hy-
ométrique sous l'influence de la lumière. Il suffira donc de
xposer quelques instants sous un négatif pour que toutes les
rties touchées par la lumière attirent l'humidité ambiante et
issent fixer les poudres qu'on étend à la surface avec un pin-
au très-doux ; l'épreuve est ensuite couverte de collodion, lavée
l'eau ordinaire, puis à l'eau acidulée, pour détacher le collo-
on et le transporter sur papier gélatiné ou albuminé.

GRAVURE ET LITHOGRAPHIE.

De nombreux essais ont été faits également pour appliquer la
otographie à la gravure et à la lithographie, et pour remplacer
r la lumière le travail de l'artiste.

Plusieurs de ces procédés sont basés sur l'emploi du bitume de
dée, qui, dissous dans l'éther ou une essence et étendu en
uche mince, acquiert la propriété de devenir insoluble sous
influence lumineuse.

Nicéphore Niepce employa le premier cette substance pour
gravure. MM. Barreswil, Lemercier et Lerebours en reprirent
étude et en firent la base du procédé de lithophotographie que
uteur de cet article a expérimenté avec eux ; puis, M. Niepce de
int-Victor, avec le même agent dont il fit varier les dissolvants,
ussit à faire plusieurs belles gravures. Son procédé consiste à
ouvrir une planche de cuivre ou d'acier avec une solution de bi-
me de Judée dans l'essence de lavande, à l'exposer à la lumière
us une photographie pendant un temps convenable, puis à laver
ec l'huile de naphte additionnée de benzine. — Les parties de bi-
me devenues insolubles dessinent l'image ; il ne reste plus qu'à
ettre un grain de résine sur la planche et à faire mordre par les
cides.

M. Nègre, qui a produit plusieurs grands spécimens de gravure
ur acier, procède d'une manière analogue. Sa planche, recou-
erte de bitume de Judée, est exposée sous un négatif ; après ex-
osition et lavage, le métal se trouve mis à nu dans les parties
ù la lumière n'a pas agi, et qui doivent représenter les blancs.
n ne fait pas mordre à ce moment, mais on recouvre ces parties
ar une couche d'or au moyen de la galvanoplastie. Les grands
blancs se trouvent entièrement dorés, les demi-teintes ne le

que partiellement, et dans les noirs il se forme un réseau d'or qui remplace le grain de la gravure. On traite alors la planche ainsi préparée par les procédés ordinaires de la gravure à l'eau-forte.

M. Talbot, en 1853, fit en Angleterre de beaux essais de gravure en couvrant une plaque d'acier d'un mélange de gélatine et de bichromate de potasse; il mettait sur cette plaque l'objet à reproduire, exposait à la lumière le temps convenable, lavait à l'eau, puis à l'alcool. L'acier était mis à nu dans toutes les parties non touchées par la lumière. L'inventeur faisait alors mordre la plaque par une solution de bichlorure de platine. Il obtint ainsi des épreuves très-fines, mais n'ayant pas encore la dégradation de tèintes nécessaire à une épreuve artistique.

Le procédé de lithophotographie de MM. Barreswil, Lemercier et Lerebours[1] consiste à préparer une pierre en la recouvrant d'une couche de bitume de Judée dissous dans l'éther; après l'avoir exposée un temps convenable sous un négatif, on la lave largement à l'éther; le dessin reste fait par le bitume de Judée comme par un crayon lithographique; on le traite alors comme une lithographie ordinaire. M. Poitevin a substitué au bitume de Judée le mélange de M. Talbot (bichromate de potasse et gélatine ou albumine). La pierre, recouverte par ce mélange, est exposée à la lumière, lavée à l'eau, chargée d'une couche uniforme d'encre lithographique; on mouille à l'éponge, on repasse le rouleau, qui enlève l'encre. On fait ensuite subir à la pierre les opérations ordinaires de la lithographie.

A. DAVANNE.

[1] Le brevet d'invention pris sur les indications de M. Barreswil au nom de MM. Lemercier, Lerebours et Barreswil, où sont compris les détails de l'opération, porte la date du 25 août 1852. Le réactif employé par la lithophotographie, le bitume de Judée, avait été employé par Niepce, mais le procédé de cet inventeur, *le père de la photographie*, était tombé dans un complet oubli et M. Barreswil l'a d'ailleurs complétement modifié. On peut dire que la lithophotographie est le point de départ de tout ce qui a été produit comme transport, gravures et épreuves inaltérables. De magnifiques spécimens ont été préparés par M. Davanne.

(*Note de M. Barreswil.*)

[redacted]

POTERIES, PORCELAINES, FAÏENCES, ETC., ETC.

CHAPITRE I. — NOTIONS GÉNÉRALES.

I.—DÉFINITION DES PRODUITS CÉRAMIQUES.

Le nom de poterie dérive du nom latin *potum,* qui n'est ni un nom de matière, ni un nom de forme, mais un nom d'usage. Dans notre langue, le mot *poterie* comporte une signification beaucoup plus bornée que le mot *céramique*, qui représente actuellement l'un des arts les plus intéressants. Mais dans le langage habituel, le mot *poterie* a la même signification générale, et on entend sous cette même dénomination les matières en terre, quelle que soit leur forme et quelle que soit leur destination. Nous nous occuperons ici de la fabrication de tous ces objets, sans trop nous attacher aux divisions naturelles qu'on pourrait établir, en considérant les usages auxquels on les réserve.

Lorsqu'on examine attentivement toutes les poteries, quelle que soit leur nature, quelles que soient leurs qualités, on est frappé des caractères de généralité que ces produits présentent, et qui permettent de les classer en deux grands groupes : les poteries simples et les poteries composées ; on nomme les premières, poteries mattes, et les secondes, poteries à glaçure.

Les *poteries simples* sont homogènes dans toute leur masse ; elles présentent sur leur surface, comme à leur intérieur, les mêmes éléments plastiques ou non plastiques, terreux ou vitreux, associés de la même manière.

Les *poteries composées* sont les poteries simples auxquelles on a donné de l'éclat et du brillant par l'apposition d'une glaçure plus ou moins fusible, qu'on désigne, suivant sa composition, sous les noms de *vernis,* d'*émail* ou de *couverte.*

La fabrication des poteries exige l'intervention du feu. Une température plus ou moins élevée devient nécessaire pour donner à la pâte une dureté, une solidité, une imperméabilité suffisantes ; on peut prendre une idée du développement de ces pro-

priétés en comparant une assiette de porcelaine à l'état cru, à l'état de dégourdi et à l'état de porcelaine cuite au grand feu.

La glaçure exige aussi l'emploi d'une température élevée pour acquérir les propriétés que l'on désire. C'est un verre appliqué sous forme de poudre, par couche mince, sur la surface de la poterie; il faut, pour lui faire prendre l'aspect vitreux, la maintenir au moins plusieurs heures au rouge sombre, même pour les vernis les plus tendres. Le but de la glaçure est multiple; tantôt elle rend imperméable la pâte sur laquelle elle est appliquée; tantôt, si la glaçure est opaque à la façon de l'émail, elle masque la couleur de la pâte; tantôt enfin, elle ajoute du brillant et de la dureté aux poteries blanches par elles-mêmes et déjà suffisamment résistantes. Elle rend enfin possibles certains genres de décoration.

Les poteries, même les plus grossières, en effet, sont généralement ornées; si quelquefois l'ornement résulte de la forme elle-même, il se trouve souvent dans l'application de certaines couleurs ajoutées ou dans la pâte, ou dans la glaçure, ou sur la pâte sous glaçure ou sur la glaçure. Dans tous les cas, il faut, par une vitrification complète, développer et fixer la matière colorée. De là encore, intervention du feu.

La théorie de la fabricaion des poteries est très-simple; résultant des principes qui précèdent, elle repose sur la nature éminemment plastique des argiles, et sur la propriété que possèdent les terres en général de perdre cette plasticité quand on les soumet à un feu suffisamment intense; elles deviennent alors dures, résistantes, imperméables même, suivant la nature et les proportions des éléments qui les composent ou s'y trouvent intimement unis.

Il est assez difficile de définir ce que l'on entend par *plasticité*. Mais on peut, par comparaison, s'en faire une idée très-exacte: c'est la propriété qu'ont les argiles de faire pâte avec l'eau; on la trouve très-développée dans certaines argiles grasses, moins développée dans d'autres argiles maigres, comme dans les kaolins ou terre à porcelaine; elle se constate dans les argiles en présence d'une quantité d'eau limitée; on la retrouve dans le verre en fusion pâteuse, dans la pâte de farine, dans la cire assouplie par la térébenthine.

Cette propriété précieuse permet au potier de façonner sa pâte sous des formes très-variées, par des procédés simples et rapides, et comme toute propriété de se délayer dans l'eau disparaît quand

fait rougir l'argile, on comprend que les objets ainsi façon- deviendront en quelque sorte inaltérables, s'ils sont soumis à températures convenablement choisies.

...e est toute la théorie des arts fictiles. On profite de la plasti- ... la pâte pour opérer le façonnage; on cuit pour conserver ...me et recouvrir la pâte du vernis, de l'émail ou de la cou- ... on cuit une seconde fois pour rendre inaltérable la colora- ...'il a plu d'ajouter à la pièce.

... hâtons-nous de dire que, dans la pratique, de sérieuses ...ltés se présentent. Si la terre n'est pas bien composée, elle ... la dessiccation, elle gauchit au feu; elle peut même fondre ...r.

... température de cuisson n'est pas convenablement con- ... les pièces peuvent se détruire, la glaçure couler ou présen- ...utres défauts qui occasionnent des rebuts coûteux.

...in si les conditions économiques ne sont pas strictement ...vées, il n'y a plus de bénéfice, et la fabrication devient ...e.

...brication des poteries est un art difficile; elle exige de grands ... une observation journalière, des connaissances sérieuses ...mie, physique, pyrotechnie; et, pour les fabriques de por- ...es, elle réclame, en outre, le concours des beaux-arts.

II.—CLASSIFICATION DES PRODUITS CÉRAMIQUES.

... l'étudier d'une manière profitable, il faut scinder les diffé- ... fabrications spéciales. Nous croyons devoir commencer ...résumer les qualités et propriétés caractéristiques des ...es sortes de poteries. Nous ne tiendrons pas compte ici de ...e.

...distingue les poteries en huit groupes spéciaux, savoir :

...oterie matte ou simple, sans glaçure;
...oterie commune ou grossière vernissée;
...oterie commune émaillée (faïence commune);
...oterie de grès fins ou communs;
...oterie fine blanche (faïence fine);
...orcelaine dure feldspathique;
...orcelaine tendre artificielle (française);
...orcelaine tendre naturelle (anglaise).

...*poteries mattes* sont ordinairement à pâte tendre, plus ou ... colorée, rayable avec une lame d'acier, sans difficulté

sans glaçure aucune. On range dans cette sorte tous les ustensiles de terre cuite, la plastique, les tuiles, les carreaux, les produits réfractaires, etc.

La *poterie commune vernissée grossière* ne diffère généralement de la précédente que parce qu'elle est recouverte d'une couche mince d'un vernis plombeux. Ce vernis est tantôt un composé siliceux tout fait; tantôt il est produit sur la pièce elle-même et aux dépens de la silice de la pâte, par une simple couche de litharge, de minium ou d'alquifoux. La transformation des composés plombeux en matière vitreuse s'effectue sous l'influence de la chaleur nécessaire pour cuire la pâte.

La *poterie commune émaillée* présente également les caractères de la pâte des poteries vernissées; néanmoins elle est calcaire, et l'émail qui la recouvre, opacifié par l'oxyde d'étain, non-seulement donne un aspect brillant à la poterie, mais, même encore, il masque la couleur de la pâte plus ou moins colorée.

La *pâte des poteries de grès cérame* est dense, sonore, non rayable et naturellement imperméable. La composition spéciale de cette terre, qui comporte de l'argile plastique, lui permet de résister à de hautes températures et d'y prendre un commencement de vitrification, qui rend la cassure vitreuse et la pâte sonore. Cette poterie se divise en deux sous-genres, suivant que la pâte est travaillée plus ou moins finement.

Les grès communs sont généralement sans glaçure. Quelquefois, ils reçoivent une glaçure terreuse; d'autres fois, ils sont enduits d'une couche de silicate de soude provenant de la décomposition du sel marin par la silice de la pâte sous l'influence de la vapeur d'eau.

Les grès fins admettent aussi la même glaçure par le sel marin; mais, plus souvent, ils reçoivent du vernis, de l'émail, des glaçures boraciques, terreuses, ou de véritables couvertes, c'est-à-dire un verre formé par la roche qu'on nomme pegmatite, mélange naturel de feldspath et de quartz.

Les *poteries fines* dites faïences fines, terre de pipe, cailloutage, porcelaine opaque, demi-porcelaine, ont une pâte blanche, plus ou moins rayable et opaque; quelquefois, cependant, comme l'*ironstone*, légèrement translucide sur les bords très-minces.

On distingue trois sous-genres, auxquels correspondent des qualités bien différentes. La plus médiocre est l'ancienne terre de pipe. Les meilleures sont la porcelaine opaque et l'*ironstone*. On ne peut employer pour composer cette pâte que des matériaux

incolores. Le but du fabricant doit être de produire la pâte la plus blanche possible.

Cette poterie est susceptible de recevoir des décorations sous couverte assez soignées et délicates. Elle peut même être enrichie de dorures.

La *porcelaine* se distingue de toutes les poteries qui précèdent par sa blancheur et sa transparence caractéristiques. On arrive par plusieurs moyens à faire des poteries blanches et transparentes.

1° Un mélange de kaolin ou terre à porcelaine et de sable légèrement feldspathique constitue, quand la proportion est bien gardée, une poterie qui conserve sa forme au feu, et prend assez de fusibilité pour devenir légèrement transparente. Cette poterie cuit à une température très-élevée; elle prend le nom de *biscuit*, lorsqu'elle n'est pas recouverte de glaçure; elle admet comme glaçure une véritable *couverte*. C'est la *porcelaine dure;* elle a pour type la porcelaine de Chine et du Japon, celle de Saxe et celle de Sèvres. Elle est susceptible d'être richement décorée, soit par des peintures appliquées sur la couverte, soit par des métaux précieux fixés par la chaleur qui fait fondre des matières fusibles dont ces métaux sont additionnés.

2° Un mélange de phosphate de chaux, d'argile, de silex et de kaolin donne un corps de pâte qui possède tous les caractères extérieurs du biscuit de porcelaine dure, blancheur et translucidité. Cette pâte cuit à une température moins élevée que la précédente, et elle peut recevoir une glaçure plus tendre, composée d'alcali, de borax, de minium et de sable. C'est dans cet état la *porcelaine tendre anglaise* ou porcelaine tendre naturelle. Elle reçoit, comme les porcelaines dures, une décoration très-riche et très-variée. Son type se trouve dans la porcelaine de Chelsea.

3° La *porcelaine tendre française*, ou porcelaine tendre frittée, ou porcelaine tendre artificielle emprunte ses éléments à la craie, à la marne et à une fritte alcaline, formée par la cuisson à haute température de sable et de carbonates alcalins alliés à quelque peu de calcaire.

La pâte ainsi composée cuit blanc et devient translucide. Elle est recouverte d'un vernis plombifère excessivement fusible, duquel la pâte tendre française tire toute sa valeur. On remarque surtout la supériorité de cette poterie au point de vue décoratif. La glaçure fusible reçoit les couleurs avec lesquelles elle s'incorpore et prend un brillant uniforme. La porcelaine dure con-

serve sa plus grande qualité, quand on la considère au poi de vue des services de la table. C'est la vaisselle par excellenc

III. — BUT DU FABRICANT.

La fabrication de la poterie est essentiellement du ressort la chimie; elle implique la connaissance des terres et des verr celle des agents de combustion et des combustibles; en un m elle peut être définie : l'étude spéciale des composés que la chim désigne sous les noms de silicates, borates, phosphates, et alcalins, terreux et métalliques, simples ou multiples. Les réa tions qui se passent sous l'influence de la chaleur, au contact d divers éléments que le potier met en œuvre, deviennent la ba de toute la fabrication.

Augmenter la fusibilité pour obtenir des glaçures (verni lustres, émaux, couvertes);

Diminuer la fusibilité pour confectionner des pâtes qui puisse résister à la déformation, acquérir de la résistance sans frag lité, etc. ;

Mettre en rapport la fusibilité de la glaçure avec la compositio de la pâte pour éviter le coulage, le ressui, le truitage, etc. ;

S'opposer aux réactions qui peuvent intervenir entre les él ments des glaçures et ceux des pâtes, lorsque ces réactions o pour effet de faire naître des précipitations d'oxydes ou de se métalliques qui ne se dissolvent plus et feraient apparaître u aspect rugueux ;

Corriger ces défauts quand, par hasard, ils se sont produi dans les différentes phases de la fabrication,

Tel est le but multiple vers lequel doivent tendre tous l efforts du potier de terre.

Tout produit céramique doit être examiné sous quatre poin de vue différents : la composition, le façonnage, la cuisson et l décoration.

A la composition se rattache la connaissance de tous les mat riaux des pâtes céramiques, leur histoire, leur origine, le position dans la nature, leur exploitation et leur purification.

Au façonnage appartient l'histoire des machines et des pro cédés, soit chimiques soit mécaniques, au moyen desquels o prépare, on mélange, on combine ces matières pour en faire de pâtes ou des glaçures.

La cuisson comporte l'étude des combustibles, celle des appa-

eils dans lesquels la poterie acquiert la dureté nécessaire aux isages auxquels on la destine, enfin celle des moyens à l'aide lesquels on protége dans le four les pièces à cuire contre l'action le la flamme, des cendres et de la fumée. Non-seulement la force u feu, c'est-à-dire l'intensité de la chaleur exerce sur la qualité es produits une influence considérable, mais la nature des gaz ui remplissent le four est en rapport avec la coloration que ces roduits peuvent ou doivent présenter.

La décoration est géneralement une vitrification, appliquée oit sur la pâte, soit dans la pâte, soit sous la glaçure, soit dans i glaçure. Elle est très-importante; son étude implique la fabriation des couleurs et des émaux; elle exige la connaissance de i cuisson des peintures, et du choix de l'ornementation propre chaque genre de poteries.

La composition, le façonnage, la cuisson et la décoration des oteries présentent entre elles certains rapports essentiels dont il aut savoir tenir compte. La composition de la pâte limite les proédés de façonnage; car si presque toutes les pâtes ont une sorte le plasticité, d'autres n'en ont pas du tout; on leur en donne une rtificielle, au moyen de savons et de mucilages. Les diverses oteries offrent à cet égard des intermédiaires nombreux. Les néthodes d'application des glaçures sont variées avec l'état dans equel se trouvent les pièces au moment de la pose de la glaure. Quant aux relations que la composition présente avec les hénomènes qui se rattachent à la cuisson, elles sont tellement videntes, qu'il suffit de rappeler que toutes les poteries, même la lupart des grès, se déformeraient ou fondraient en prenant 'aspect vitreux ou cristallisé, s'ils étaient soumis, avec ou sans laçure, aux températures nécessaires pour communiquer à la porcelaine les qualités qui la caractérisent.

La nomenclature qui précède va nous permettre d'étudier d'une manière générale la fabrication des poteries.

CHAPITRE II.—COMPOSITION DES POTERIES.

I.—CONSTITUTION CHIMIQUE DES PATES.

Lorsqu'on soumet à l'analyse la grande variété des poteries que e commerce présente, on les trouve formées soit de silice presque

pure, c'est l'exception; soit de silice en combinaison avec l'alumine, et c'est le cas le plus général. Quelquefois le silicate d'alumine est pur; d'autres fois, il est accompagné de silicates alcalins, terreux ou métalliques, c'est-à-dire qu'il y a dans les pâtes des éléments, les uns essentiels, et les autres nuisibles. Les premiers varient avec la nature des produits qu'on considère. Quels sont ces éléments et quel rôle jouent-ils? C'est ce qu'il importe d'établir tout d'abord.

Le silicate d'alumine qui constitue l'argile est l'élément le plus généralement usité. Les poteries qui renferment le plus d'alumine sont celles qui cuisent à la plus haute température, lorsqu'elles ne renferment que peu d'éléments étrangers. Le maximum correspond aux porcelaines dures de Sèvres. Le minimum correspond aux porcelaines tendres françaises.

Les silicates doubles, qui se trouvent souvent en mélange intime avec l'argile, introduisent dans les pâtes céramiques des principes différents, tels que l'oxyde fer, l'oxyde de manganèse, la chaux, la magnésie, la potasse et la soude, dont la quantité varie entre certaines limites, et qui font varier aussi les qualités refractaires du silicate d'alumine pur.

L'oxyde de fer ne peut exister dans les pâtes de porcelaine dure ou tendre qu'en très-petite quantité, puisque ces pâtes tirent leur caractère principal de leur blancheur extrême; cette condition n'est pas de rigueur pour la fabrication des faïences fines, elle l'est peu pour la fabrication des grès communs. Mais une poterie qui contient 10 pour 100 d'oxyde de fer ne peut supporter, sans se déformer, une température élevée. Au reste la coloration qu'une poterie prend au feu peut ne pas être toujours en rapport avec la quantité d'oxyde de fer qu'elle donne à l'analyse. Cette coloration, liée tout d'abord à la nature comme à la quantité des matières introduites dans la pâte, comme le charbon dans les poteries noires ou grises, dépend encore et de l'état d'oxydation et de l'état de combinaison de l'oxyde de fer. C'est ainsi que des biscuits de faïences communes, ayant la même composition, sont tantôt de couleur jaune, tantôt de couleur rouge. Il importe au fabricant de faïence commune de produire des biscuits peu colorés; la coloration de la pâte devant être corrigée par un émail plus opaque, et l'oxyde d'étain, qui coûte cher, étant en proportion d'autant plus grande que la pâte est plus colorée, on doit, autant que possible, cuire dans une atmosphère neutre ou réductrice. C'est ainsi que les terres de pipe, généralement peu colorées,

cuisent blanc, dans une atmosphère fuligineuse, et jaune dans une atmosphère oxydante. C'est ainsi que quelques pâtes de porcelaine dure, très-colorées en rouge quand elles sont cuites à faible température pour être mises en glaçure, cuisent très-blanc, quand elles sortent du grand feu. C'est ainsi encore que certaines pâtes de porcelaine sortent du grand feu, tantôt colorées en jaune et comme enfumées, tantôt d'un blanc parfait, suivant qu'elles ont été cuites dans une atmosphère enfumée ou dans une atmosphére oxydante. Enfin, c'est ainsi que certaines poteries, qui offriraient une nuance jaune cuites en biscuit, sont incolores lorsqu'on les recouvre d'un vernis contenant de l'acide borique; l'oxyde de fer qui colore l'épiderme de la pâte est dissous par cet agent.

L'oxyde de manganèse ne se rencontre qu'accidentellement dans les pâtes céramiques; il accompagne presque toujours d'ailleurs l'oxyde de fer dans les terres qui contiennent une plus ou moins grande quantité de cette substance.

Personne n'ignore que la chaux introduite dans les pâtes ajoute à leur fusibilité, lorsque cet élément n'atteint pas des proportions trop considérables. La chaux diminue donc la valeur des argiles, quand il s'agit de leur qualité réfractaire. Sa présence dans les pâtes facilite leur déformation, par affaissement, aussitôt qu'on les cuit à des températures un peu trop élévées.

Les poteries à pâte dure contiennent donc peu de chaux; les poteries à pâte tendre, au contraire, peuvent en renfermer beaucoup. La chaux qu'on a pu même introduire à l'état de marne ou à l'état de craie, reste à l'état de carbonate, si la température de cuite n'a pas été suffisamment élevée pour chasser l'acide carbonique; dans le cas contraire, il convient qu'il y ait assez de silice pour que le calcaire forme avec la pâte un silicate de chaux; sans cette précaution, le calcaire, transformé en chaux vive, se déliterait sous l'influence de l'eau, ou bien resterait à l'état de chaux vive, amenant tôt ou tard une altération de la poterie. La chaux alors ne fait pas effervescence avec l'acide azotique. Si elle n'est pas combinée, elle donne, avec l'eau, une dissolution de chaux précipitable par l'oxalate d'ammoniaque. Rien de semblable ne se produit avec les pâtes de porcelaine dure ou de porcelaine tendre, qui ne contiennent la chaux dans la pâte cuite qu'à l'état de silicate de chaux, inattaquable par l'eau et les acides étendus, autres que l'acide hydrofluorique. Elle agit alors comme fondant. *Mais à côté du rôle chimi*que que joue la chaux dans la

composition des pâtes, il en est un second non moins important et purement mécanique. Les bonnes qualités des faïences stannifères dépendent de la manière dont elles prennent et conservent l'émail dont on les recouvre. L'expérience a démontré la nécessité de la présence de la chaux dans les pâtes que le fabricant veut enduire d'une glaçure opacifiée par l'oxyde d'étain. La chaux contenue dans la pâte des faïences communes peut s'élever à 15 pour 100.

Ce qui précède peut s'appliquer à la baryte, mais en tenant compte de la difficulté avec laquelle le carbonate de baryte perd son acide carbonique. La baryte joue un rôle assez important dans la fabrication des grès anglais. Mais, quand on fait usage de sulfate de baryte, il faut cuire fortement, en évitant une atmosphère réductrice, qui formerait du sulfure de baryum.

La magnésie remplace quelquefois, en tout ou en partie, l'alumine dans la pâte. On peut citer quelques exemples de pâtes de porcelaine dans lesquelles la magnésie figure pour 12 ou 15 pour 100, en remplacement de l'alumine. Mais on n'a pas remarqué que la présence de cet élément introduisit des qualités spéciales. Souvent il n'intervient que comme matière étrangère, au même titre que la chaux, dans la préparation des grès et des faïences fines.

Il n'en est pas de même de l'introduction des alcalis, potasse ou soude. Bien qu'on puisse dire que ces matières existent en quantité variable dans presque toutes les pâtes, il est certain que celles qui prennent dans le four à porcelaine une transparence dans la cassure, doivent aux alcalis introduits par les argiles, les sables feldspathiques ou les frittes artificielles ces qualités nouvelles. Elles prennent, en outre, une texture serrée que l'oxyde de fer ou la chaux ne procurent pas toujours. A des températures basses, l'influence de ces éléments est nulle, car ils ne peuvent agir que comme fondants, et, provenant de poussières feldspathiques ou micacées, ils ne peuvent fondre que lorsqu'on a pu, par une chaleur convenable, atteindre le point de fusion qui leur est propre; ce point est d'ailleurs assez élevé.

La présence de la potasse et de la soude dans les pâtes de porlaine produit un résultat tout spécial; elles communiquent à la pâte sa translucidité caractéristique, aidée quelquefois par l'addition de la chaux.

Les pâtes crues contiennent, outre les éléments dont l'énumération précède, un principe à peu près essentiel, qui joue dans la

[redacted]

tion un rôle des plus importants, tant au point de vue de mie du façonnage, qu'à celui de la réussite des pièces.
ı, que la chaleur chasse de sa combinaison avec le silicate ine, n'existe plus dans la pâte cuite, si la température de ı a dépassé 150 degrés centigrades. Non-seulement, pour ıer, il faut tenir compte de cette eau, mais il faut prendre sidération celle que l'on ajoute pour utiliser la propriété ıe de ces matériaux; le départ de l'eau d'imbibition ou de aison doit avoir lieu sous certaines précautions, lentement ressivement; à la chaleur d'environ 120 degrés, le déga- t de l'eau de combinaison se fait tumultueusement. C'est ermettre une dessiccation lente, et éviter toutes chances ruction à la cuisson, qu'on introduit l'élément antiplas- il corrige la trop grande plasticité des argiles.

II.—CHOIX DES MATÉRIAUX.

quelle forme convient-il d'introduire la silice, l'alumine ıutres éléments essentiels ou accessoires dans les pâtes ques?
énéral, les uns sont pris dans la nature, et c'est le plus ıombre; les autres proviennent de préparations spéciales, des produits d'art. Sous le point de vue du rôle qu'ils dans la fabrication, on les distingue, pour les pâtes, en ts plastiques et antiplastiques; pour les glaçures, en élé- usibles et matériaux réfractaires.
une part, la plasticité de la pâte permet un façonnage ra- ıe ébauche facile, d'autre part, une trop grande plasticité e à la perfection du travail, et principalement à la dessic- ıniforme de la pièce au séchoir ou dans le four. Il existe ›ur le fabricant un intérêt réel à diminuer la plasticité elle est trop grande.

MATIÈRES PLASTIQUES.

ıatières plastiques sont :
s *argiles plastiques*, employées plus spécialement dans la ion des faïences fines et des terres cuites en grès;
s *argiles figulines*, qui sont la base des terres cuites dans es on ne recherche pas la qualité réfractaire;
s *argiles marneuses* auxquelles les faïences communes leur propriété de recevoir les émaux stannifères, dont

on se sert pour masquer la couleur plus ou moins rougeâtre d
la pâte;

4° Les *marnes argileuses*, dont l'usage est le même, mais q
sont moins plastiques;

5° Les *marnes calcaires et limoneuses*, dont la plasticité est
faible qu'on pourrait même les classer, avec autant de rai
parmi les matières dégraissantes ou antiplastiques;

6° Les éléments les plus importants de cette classe, si l'on ti
compte de leur valeur vénale, sont les *kaolins*, ou terres à por
laine, espèces d'argiles blanches que le commerce livre avec d
qualités variées et dans des états différents.

On distingue, suivant l'état dans lequel ils sont, les *kaolins br*
et les *kaolins lavés* et *décantés*.

Les premiers sont, suivant la grosseur des fragments feldsp
thiques et quartzeux que le lavage permet d'en extraire, ou d
kaolins *caillouteux*, ou des kaolins *sablonneux*, ou des kaoli
argileux.

Les kaolins caillouteux laissent en général 80 pour 100 de
sable, formé de cailloux quartzeux de la grosseur de petits pois
les kaolins sablonneux abandonnent un sable qui a toute l'ap
rence du sablon; les kaolins argileux renferment souvent 80 po
100 d'argile pure, et ne laissent déposer qu'un résidu quartzeu
très-fin.

La valeur des kaolins bruts dépend de leur richesse en argile
celle des kaolins lavés, de leur origine; en général, ils sont d'au
tant moins fusibles qu'ils proviennent d'une roche plus argileuse.

Ces matériaux sont la base des porcelaines dures. Ils entrent
aussi dans la composition des porcelaines tendres naturelles et
dans celles des faïences fines anglaises; ils servent encore à la
fabrication des grès anglais.

MATIÈRES DÉGRAISSANTES.

Les matières dégraissantes sont beaucoup plus répandues que
les substances plastiques.

On distingue :

1° Le quartz, le sable, le silex, les cailloux ou galets roulés;
2° Les feldspaths, l'orthose, l'albite et les pegmatites;
3° Le ciment et les escarbilles;
4° La craie, le sulfate de chaux, le sulfate de baryte;
5° Le phosphate de chaux;
6° Les frittes vitreuses.

Parmi ces matières quelques-unes jouent un double rôle, en ison de leur fusibilité propre, comme le feldspath et la pegma- e, ou de la propriété qu'elles ont de favoriser la fusibilité 'autres substances, en présence desquelles elles se trouvent, mme le sable vis-à-vis de la craie, et réciproquement la craie -à-vis de la silice, en présence de matières plus ou moins argi- ses. Les frittes sont fusibles par elles-mêmes; ces matières vent donc à la fois d'éléments antiplastiques et fusibles; elles t nécessaires pour la confection des porcelaines. Elles de- nnent indispensables pour la préparation des glaçures.

III.—PRÉPARATION PHYSIQUE DES PATES.

Quel que soit le but que doivent atteindre les substances qui mposent les pâtes et les glaçures, ces matières doivent être vées et broyées.

LAVAGE.

Le lavage s'effectue généralement sur les matières hétérogènes t on veut éliminer les impuretés, comme le sable dans les gile, et l'argile dans le sable.

Les matières à laver sont écrasées, après avoir été triées par un *pluchage* plus ou moins soigné. Elles sont *délayées*, puis *décantées*. On soumet à cette opération les kaolins caillouteux et sablon- neux, les argiles à faïences fines, et quelques autres éléments qui composent les pâtes dont la valeur vénale est assez considé- rable. On ne lave pas les argiles employées à la fabrication des produits communs, comme terres cuites, etc.; on se borne à des délayages, qu'on fait suivre de tamisages, lorsque les pâtes sont composées.

Les matières qui n'ont pas été lavées, comme sables, cailloux, feldspaths, en général les matières dégraissantes se présentent souvent sous un état tel qu'elles ne peuvent être immédiatement employées; il faut les amener, par un broyage convenable, à un degré de ténuité tel qu'on puisse les utiliser.

BROYAGE.

Le broyage comporte trois opérations successives : le *cassage*, le *pilage* et la *porphyrisation*. Le cassage se fait à la masse, le pilage au bocard, et la porphyrisation au moulin ou à la meule. Mais le cassage est généralement précédé d'une opération parti-

culière, qu'on nomme *calcination*, et qui a pour but de rendre le cassage plus économique et plus rapide. La calcination, sans apporter de modifications dans la composition chimique des matériaux à broyer, fait naître un grand nombre de fissures qui les rendent fragmentables; elle offre, en outre, cet autre avantage de rendre plus simple un épluchage plus soigné; elle détermine l'apparition de différentes colorations qui rendent faciles l'élimination des parties ferrugineuses, point important lorsqu'on se propose la fabrication des porcelaines pour lesquelles la plus grande blancheur est de rigueur. On va même, en Angleterre, pour cette fabrication, jusqu'à retenir les dernières traces de ce métal qui pourrait provenir de l'outillage, en disposant au fond des conduits par lesquels s'échappent les pâtes tamisées, des morceaux aimantés qui retiennent tout ce qui est attirable à l'aimant.

On emploie pour le broyage et la porphyrisation différents engins généralement mus par la vapeur ou par des roues hydrauliques. La force musculaire de l'homme ou des animaux n'est plus guère employée que dans des cas exceptionnels, ou pour de très-petites installations. Le broyage s'effectue ou dans des moulins à meules verticales, ou dans des laminoirs. Généralement la porphyrisation s'opère dans des moulins à meules horizontales, tournant sur elles-mêmes, ou dans des moulins à blocs. Ce sont ces derniers qui sont le plus en usage, en Angleterre, pour le broyage des pâtes; pour les couleurs, les *tournants,* ou meules horizontales tournant et frottant sur des meules gisantes, sont très-répandues.

Lorsqu'on a vérifié, par le craquement sous l'ongle ou sous la dent, si le broyage est suffisant, on procède au dosage des matières, c'est-à-dire à la composition des pâtes, tantôt par des pesées directes, tantôt en mélangeant des volumes déterminés soit de matières sèches, soit de matières liquides à l'état de *barbotine,* comme on le dit dans les fabriques. Le mélange intime s'obtient dans des gâchoirs, lorsque la pâte est liquide, ou dans des tinnes à malaxer, lorsque la pâte est plus ou moins pâteuse.

Lorsque la pâte doit être liquide, les éléments qui la composent, suffisamment broyés, sont amenés à une densité constante, sur laquelle est basé le dosage. On fait ressuyer la pâte, et le mélange se termine ensuite par le malaxage dans la tinne à malaxer. On a pratiqué sur une très-grande échelle ce dernier système, en Anleterre, pour les terres réfractaires et les faïences fines. On

[redacted]

place de la sorte le travail à la main, le battage ou la marche pâtes par des moyens mécaniques d'une plus grande puis- :e et d'une très-grande économie.

RAFFERMISSEMENT.

uelques fabrications grossières peuvent employer la pâte telle elle sort des tinnes à malaxer, alors même que le mélange à it pâteux est fait dans la tinne et que les matières ont été dosées s forme solide. Il n'en est plus de même pour les pâtes de nce fine, dont les éléments sont fournis par des matériaux on a mélangés à l'état de bouillies claires, amenées à des den- s déterminées et contrôlées par des trébuchets chargés d'un ds faisant équilibre au volume convenable de la bouillie. Ces es se déposeraient par ordre de densité, si l'on n'avait le soin les ramener à l'état pâteux, précaution indispensable d'ailleurs ir qu'on puisse les façonner par le tour ordinaire. On donne à ›ération qui a pour but d'éliminer l'eau dont l'excès est gênant, nom de ressuyage ou raffermissement des pâtes.

En cherchant à dénommer les différentes méthodes employées is l'industrie pour raffermir les pâtes, d'après les principes qui r servent de base, on voit qu'on enlève à la pâte l'eau qu'elle itient en excès :

1° Par évaporation spontanée;
2° Par évaporation aidée du concours de la chaleur;
3° Par évaporation aidée du concours de matières absorbantes;
4° Par filtration pure et simple;
° Par filtration aidée d'une augmentation de pression;
° Par filtration aidée d'une sorte de succion;
° Par compression.

lans la première méthode, la pâte, abandonnée aux radiations ires, dans les pays chauds, est placée dans de larges bâches dans des caisses couvertes pour les préserver de la pluie; elle dessèche spontanément. Ce moyen est très-lent. (Faïenceries Suède.)

n accélère la dessiccation en soumettant la pâte à l'action de haleur dans des caisses chauffées en dessous, au moyen de ibustibles de peu de valeur. Les fours où se fait le raffermis- ient ont près de 20 mètres de longueur. (Faïences fines et pâtes lres anglaises.)

e raffermissement se fait encore sans le secours de la chaleur. plaçant dans des caisses en plâtre, absorbantes, nommées

coques; le plâtre élimine l'eau par absorption; il suffit, pour rendre les coques propres à de nouvelles dessiccations, de les faire sécher au soleil, ou en les rapprochant des fours.

On peut encore raffermir les pâtes en les versant sur des espèces de trémies, dont le fond est en toile filtrante. On peut agir en augmentant la pression sur la matière à filtrer, ou en diminuant la pression dans la boîte inférieure qui reçoit le liquide qu'on enlève. On arrive à ce dernier résultat soit en injectant dans cet espace de la vapeur d'eau qui se condense en faisant le vide, soit en remplissant ce même espace d'eau, qu'on fait ensuite écouler.

Enfin on a proposé, pour épancher l'eau, d'enfermer la pâte dans des sacs de toile et de la soumettre ainsi, dans une presse, à de fortes compressions. Cette méthode, généralement employée maintenant, a reçu dernièrement, en Angleterre, un perfectionnement important. La simplicité de la méthode permet de la décrire ici, sans l'accompagner d'une figure.

Une série de vingt-quatre châssis compose un appareil; ces châssis renferment chacun une claie, de telle sorte que les châssis étant en place laissent un vide dans lequel les sacs peuvent être maintenus. Les châssis chargés de leurs sacs sont placés verticalement. Pour y placer les sacs, on les pose à plat en étendant à leur surface une double toile faite avec du calicot commun. Le coton vaut mieux que la toile; son duvet, beaucoup plus long, attire à l'extérieur, par capillarité, l'humidité qui se trouve à l'intérieur; on replie, sur les bandes du châssis, le tissu sur lui-même en double pli, pour fermer le sac qui se trouve ainsi formé comme le serait un sac de papier. L'intérieur du sac ainsi préparé communique avec un tube métallique fixé à demeure sur la toile, et qui se loge dans une échancrure qui forme un trou circulaire, quand deux châssis consécutifs sont juxtaposés. De petites encoches intérieures, réservées dans une des bandes du châssis, portent des clous à l'aide desquels on ajuste les sacs pour qu'ils restent suspendus dans l'espace compris entre les claies, quand les châssis sont maintenus dans leur position verticale.

Après avoir placé de la sorte, les uns à côté des autres, les vingt-quatre châssis qui forment l'appareil, on serre les uns contre les autres ces cadres, avec des tirants terminés par des boulons, et on ajuste sur chacun des tubes communiquant avec les sacs un autre tube soudé sur un tuyau commun. La réunion est maintenue par une coiffe métallique percée d'un trou fileté,

i monte ou qui descend, suivant qu'on veut serrer ou desserrer réunion. C'est par ces tubes que les sacs se remplissent; le tube ncipal communique avec une pompe qui puise la barbotine et listribue dans les sacs; l'eau s'écoule par une série de trous cés sur la barre inférieure des châssis, et le vide qui se fait rempli de suite au moyen de la pompe. Un massif de 0m,61 hauteur, sur 1m,83 de largeur et 2m,75 de longueur, desservi · deux ouvriers, permet de raffermir par pressée 1,000 kilog. pâte. On peut faire trois pressées par jour. Dans les cas d'urıce, rien ne s'oppose à ce qu'on travaille la nuit pour doubler te quantité. Le système ainsi décrit fonctionne dans le Stafdshire, chez les plus importants fabricants anglais.

)n sait par expérience qu'à composition égale, la pâte pressée uiert plus de plasticité que les pâtes raffermies par ébullition; is la presse est coûteuse à cause des sacs dont le renouvellent doit être fréquent. On a proposé, pour les conserver, de les re bouillir dans de l'huile qui protége la fibre ligneuse contre tion qu'exerce l'eau, même à la température ordinaire. La thode anglaise n'est pas aussi dispendieuse. La pression déchire ucoup moins les tissus que dans la presse employée en France, a même toile peut servir d'une manière continue jusqu'à trois quatre mois.

BATTAGE.

a pâte amenée, par les différents moyens qui précèdent, au ré de consistance voulue pour être travaillée, doit encore être rie, battue, maniée, pour acquérir l'homogénéité seule capable donner une masse se travaillant avec succès, c'est-à-dire sans nces de rebuts, gauchissements, fentes, etc. Cette homogété de masse, qu'on cherche à produire par tous les engins pres à battre, à malaxer, à rebattre encore les pâtes raffermies, surtout atteinte dans les pâtes de porcelaine dure par une taine opération, qui consiste à façonner les pâtes sur le tour, ıs forme de mandrins creux ou pleins, qu'on débite ensuite copeaux plus ou moins fins, nommés *tournassures*. Le méige de ces tournassures avec des pâtes neuves constitue des isses qui présentent les meilleures qualités, comme facilité de vail, régularité de cuisson, etc., etc.

ANCIENNETÉ ET POURRITURE.

On ajoute encore aux qualités de ces pâtes par un moyer tourné. Les fabricants admettent généralement que les pâte

anciennes se travaillent mieux que les pâtes nouvelles, qu'elles se gauchissent et se fendent beaucoup moins, soit en séchant, soit en cuisant.

On s'accorde à reconnaître que les argiles et les marnes lavées gagnent pour faire les faïences communes à l'exposition aux intempéries des saisons, le froid et la gelée. On laisse les pâtes de porcelaine pourrir en même temps que vieillir. On a remarqué que les pâtes, quelle que soit leur nature, abreuvées d'humidité, réunies en masses assez volumineuses pour que l'action de l'air ne s'étende pas jusque vers leur centre, prennent une couleur d'abord grisâtre, puis ensuite entièrement noire; elles répandent une forte odeur d'hydrogène sulfuré; elles conservent ces deux propriétés tant qu'elles contiennent de l'eau et tant qu'elles sont abritées du contact de l'air par une écorce assez épaisse. Cette coloration de la pâte est d'autant plus prompte et d'autant plus prononcée, que les eaux dont elle est abreuvée se trouvent être moins pures. Mais la coloration noire disparait à l'air, il se dégage de l'acide carbonique, et la liqueur qu'on sépare par filtration contient de l'oxyde de fer à l'état soluble.

L'eau pure n'est nullement apte à communiquer aux pâtes céramiques les bonnes qualités qu'elles tirent de la pourriture; mais l'eau chargée de matières en décomposition peut la développer d'une manière notable. On reconnait que, dans l'acte de la pourriture utile, il se développe une quantité considérable d'hydrogène sulfuré. Ce gaz prend naissance par suite de la décomposition du sulfate de chaux, qui se transforme en sulfate de calcium sous l'influence de certaines matières organiques, et se dégage quand ce sulfure se trouve en contact avec l'acide carbonique de l'air. La coloration de la pâte en noir, son blanchiment à l'air libre s'expliquent par la formation du sulfure noir de fer, brûlant à l'air libre et s'échappant, avec les eaux de lavage, à l'état de sulfate à réaction acide, et qui dégage une certaine quantité d'acide carbonique, au moment de son contact avec le calcaire introduit dans la pâte. Or on sait que, dans certaines localités, cette réaction du sulfate de chaux sur les matières organiques, qui donne naissance à des dégagements considérables d'hydrogène sulfuré, se trouve accompagnée de la formation d'une substance particulière glaireuse. Une substance analogue peut devenir la cause de la plasticité dans les pâtes céramiques.

Il est important de faire remarquer que la pourriture, expliquée comme on vient de le faire, rend compte de l'amélioration qu'on

remarque dans les pâtes à porcelaine. On sait qu'elles blanchissent en vieillissant. L'oxyde de fer est le plus grand obstacle à leur blancheur; or il est prouvé que la pourriture l'élimine à l'état de sulfate soluble.

CHAPITRE III. — FAÇONNAGE DES POTERIES.

Les pâtes malaxées, battues, marchées et pourries doivent être façonnées. Les moyens que l'on emploie sont variés avec la forme de la pièce à produire, avec la nature de la pâte à travailler.

On peut diviser en deux grandes classes les procédés de façonnage des poteries; les uns ont pour but d'ébaucher les pièces, les autres de les terminer. Mais il est certaines fabrications grossières qui ne comporteraient pas les dépenses ajoutées à l'ébauche; il est aussi des moyens d'ébauche assez parfaits pour donner de premier jet, en quelque sorte, des pièces complétement terminées.

Les procédés d'ébauche sont :

1° L'*ébauchage à la main,* au colombin et à la balle;

2° L'*ébauchage sur le tour*, au ballon;

3° Le *moulage*, comprenant le *calibrage*, le *coulage*, le *tréfilage* et le moulage à la presse.

On nomme *achevage* la plupart des procédés au moyen desquels on termine les pièces qui n'ont été qu'ébauchées par le modelage à la main, le tournage ou le moulage.

Ces procédés comprennent, suivant ce que l'on doit faire pour terminer la pièce :

1° Le *tournage*, comprenant le *guillochage* et le *gaudronnage;*

2° Le *reparage*, comprenant l'*évidage* et le *sculptage;*

3° Le *molettage* et l'*estampage;*

4° L'*applicage* et le *collage.*

Chacune de ces dénominations rappelle l'opération qu'elle représente.

ÉBAUCHAGE.

L'*ébauchage à la main,* véritable *modelage* quand il s'exécute à la balle, consiste à faire prendre à la pâte malléable et plastique telle forme que l'on veut sans le secours d'aucun moule; on écrase la pâte avec le pouce pour l'aplatir, et c'est encore avec

les doigts qu'on la pince ou qu'on l'enfonce pour faire apparaître telle ou telle saillie, telle ou telle cavité.

Lorsqu'on opère l'ébauchage au colombin, la balle bien maniée est allongée sur une table ou sur un marbre, sous forme de cylindre plein, d'un diamètre plus ou moins grand, suivant la nature du travail qu'il faut produire. On donne à ces cylindres le nom de colombin; les colombins sont placés et soudés les uns sur les autres ou à côté les uns des autres, de façon à produire un collage parfait et une pièce en quelque sorte d'un seul morceau.

L'ébauchage sur le tour ou *tournage* s'exécute avec de la pâte



Fig. 487.—Ébauchage.

A, ébauchage sur le tour. — B, tournassage.

molle, maniable et sans le secours d'aucun moule ou appui. L'ouvrier prend une masse de pâte, qu'il nomme ballon, de grosseur en rapport avec la pièce qu'il s'agit d'établir, et la projetant avec force sur la tête d'un tour dont la girelle est horizontale, en comprimant cette pâte entre ses doigts, avec ses poignets, avec une éponge pour augmenter la surface des doigts, il élève, monte et descend la masse jusqu'à ce qu'il ait imprimé rapidement à toutes les molécules une homogénéité de tendance. Quand la pâte est ainsi préparée, il la perce avec les pouces, et, serrant entre ses

doigts la pâte dont il diminue l'épaisseur, il la rapproche de la forme d'une surface de révolution dont la génératrice est le lieu de toutes les positions qu'ont occupées ses mains, se mouvant dans un même plan perpendiculaire à la surface de la tête du tour. On peut ébaucher et tourner avec tant d'habileté, que les pièces peuvent être terminées par ce premier travail (fig. 487, A).

Quand on façonne la porcelaine dure, on l'ébauche à une épaisseur beaucoup trop considérable pour faciliter une dessiccation lente, éviter les fentes et surtout les inégalités de pression qui reparaissent après la cuisson, et sont d'autant plus apparentes que la pièce est prise dans le bloc qui constitue l'ébauche plus près de la surface extérieure (fig. 487, B).

Le *moulage* est une opération très-répandue, qu'on applique avec avantage surtout aux pièces qui, par leur forme, ne peuvent être obtenues sur le tour; en général, on dit qu'elles ne sont pas de *révolution*. Les pièces d'architecture, comme entablement, les plats ovales, les anses ou pièces dites de garnitures, toutes ces formes sont faites par moulage.

On moule à la *balle*, à la *housse*, à la *croûte*. Dans tous ces genres, on distingue le modèle et le moule. Le modèle peut être en métal, en cire, en argile, en plâtre. Les modèles en métal sont les meilleurs, mais ils coûtent cher; les modèles en cire abandonnent au plâtre qui fait le moule des matières grasses qui le rendent défectueux; les modèles d'argile se détériorent facilement; les modèles de plâtre conviennent mieux; on leur donne plus de résistance en les imbibant d'huile grasse siccative.

Les moules sont ou en plâtre gâché serré, ou en terre cuite; ils doivent être absorbants. Quelquefois ils sont d'un seul morceau; d'autres fois, ils sont formés de plusieurs pièces réunies dans une même *chape*.

Pour opérer un *moulage à la balle,* le moule ou les différentes *coquilles* qui le composent étant ouvertes, on fait pénétrer avec le pouce, aussi également que possible, dans toutes les cavités de petites balles de pâte, qu'on juxtapose et qu'on comprime pour les souder. Dans le moulage à la *housse,* la pâte, ébauchée déjà sur le tour, est replacée dans un moule généralement creux, placé lui-même sur le tour en mouvement, et comprimée soit avec la main, soit avec une éponge pour épouser toutes les saillies ou cavités que le moule peut avoir reçues.

Dans le moulage à la *croûte,* la pâte est appliquée sous forme d'une feuille plus ou moins épaisse, suivant le volume et la forme

de la pièce à produire. Pour faire cette feuille, qui reçoit le nom de croûte, on dispose sur un marbre une peau chamoisée; à droite et à gauche de cette table, des règles superposées, bien dressées et de même épaisseur, deux à deux; les règles inférieures servent à régler l'épaisseur qu'on veut donner à la croûte. On place la pâte sur la peau chamoisée, puis avec un rouleau, on étend le ballon. On enlève deux règles, on repasse le rouleau, et ainsi de suite jusqu'à ce que la pâte ait pris sous cette compression pro-



Fig. 488.—Moulage à la croûte.

A, préparation de la croûte. — B, transport de la croûte sur le moule — C, moulage proprement dit. — D, application des anses, garnissage.

gressive et égale une forme aplatie. On transporte la croûte sur le moule, quel qu'il soit, *creux* ou *noyau*, et on comprime avec une éponge pour obtenir conforme au moule la surface intérieure ou la surface extérieure (fig. 488, A, B, C).

Lorsque, dans le moulage, l'appareil qui donne la forme est fixe et que le moule est placé sur le tour, on donne à l'opération le nom de *calibrage*, et à l'outil fixe le nom de *calibre*; les assiettes sont généralement *calibrées*. Cependant, dans des fabrications courantes, elles sont simplement moulées à la main; le calibre est en grès fin; on le manœuvre sans qu'il soit fixé sur la table du tourneur.

sque le moule est creux et que la pâte est à l'état de bouillie dite *barbotine,* le moulage prend le nom de *coulage*. On des porcelaines minces et des porcelaines épaisses. L'épais- les objets dépend de l'absorption de l'eau par le moule. st en rapport avec le temps du contact et l'épaisseur du . On peut mouler à une ou plusieurs pâtes de couleurs ntes. Supposons qu'on veuille couler à deux pâtes et pro- une tasse par exemple qui soit verte extérieurement et



Fig. 489.—Façonnage par coulage.

coulage d'une tasse. — C, coulage d'une jatte. — D, E, F, démoulage d'un vase de $1^m,80$.

ne en dedans. Le moule est creux; il donne dans sa cavité eure la forme que la tasse doit avoir extérieurement. On lit d'abord de pâte verte; cette pâte diminue de volume par le l'absorption de l'eau, on la remplit de nouveau, et quand ge que la pâte déposée se trouve assez épaisse, on rejette ce ste de barbotine dans l'intérieur du moule. L'intérieur du e est tapissé d'une couche de pâte fournie par toute la ma- olide qui était primitivement en suspension dans le liquide bé. On recommence avec de la pâte blanche; il y a nouvelle ption et dépôt d'une couche blanche à l'intérieur de la pièce. cante, et quand la tasse est suffisamment ressuyée, on fait

une solution de continuité circulaire à la partie supérieure du moule. Le démoulage s'effectue tout seul, par suite de la retraite que la pâte prend d'elle-même (fig. 489, A, B).

Il est certaines pièces qui se font avec une grande facilité par la filière; ce sont les tuyaux, les cylindres creux ou pleins, les briques creuses, etc. On donne le nom de *tréfilage* à cette fabrication.

Supposons un réservoir de forme quelconque, dans lequel se meut une sorte de couvercle ou de piston ayant même section que la section du réservoir. A la partie inférieure de ce réservoir, on dispose encore plusieurs ouvertures de formes variées, tantôt libres, tantôt portant au centre des noyaux de différentes formes. Si la capacité du réservoir est remplie de pâte plastique, et si l'on exerce sur le couvercle de ce réservoir une pression progressive, la pâte s'échappera par les issues pratiquées au fond ou latéralement, de manière à se mouler à son passage, tantôt sous forme de cylindres pleins, tantôt sous forme de tuyaux ou de briques creuses. On fait, au moyen de cette méthode, en Angleterre, des cylindres de $0^m,45$ de diamètre, sur $1^m,20$ de longueur, et avec un emboîtement de $0^m,20$, d'un diamètre de $0^m,50$. On fait en Angleterre et en France, d'une manière courante des tuyaux de drainage et des briques creuses à six et huit trous.

On connaît suffisamment bien les appareils généralement employés. Quand on fabrique des cylindres, le réservoir est cylindrique et vertical; quand on prépare des tuyaux de drainage, le réservoir est horizontal pour les briques creuses, la section est rectangulaire. On fait plusieurs séries de produits, dans ce dernier cas, alors que, dans le premier, on ne fait à la fois qu'un seul cylindre, qu'on reçoit sur une seule plate-forme, et qu'on coupe de longueur avec un fil de laiton. Le réservoir peut être, dans les deux cas, simple ou double. Lorqu'il est double, il n'y a pas perte de temps : on remplit l'un pendant que l'autre fonctionne. Les pistons sont accouplés sur une même crémaillère, quand les réservoirs sont horizontaux; ils sont placés parallèlement, quand les cylindres, faisant office de réservoirs, sont verticaux.

On donne encore le nom de *moulage à la presse* à l'opération qui consiste à travailler par pression la pâte à l'état sec. On la comprime alors, soit au balancier, soit de toute autre manière, dans une matrice métallique qui règle la forme et l'épaisseur de l'objet. On moule ainsi les boutons en pâte céramique, les carreaux à incrustation, les briques réfractaires de Clayton, etc., etc. Le même coup de balancier peut donner à la fois une seule ou plu-

sieurs épreuves. Les boutons peuvent être fabriqués au nombre de cinq cents par un seul coup de presse. Les carreaux triangulaires, destinés aux mosaïques, sont faits deux à la fois, par suite d'une cloison mince qui sépare diagonalement une matrice quadrangulaire.

ACHEVAGE.

L'ébauchage sur le tour, le moulage et le coulage ne donnent pas toujours des pièces irréprochables. Il faut les terminer soit en ramenant les pièces tournées à leur épaisseur normale, soit en enlevant les coutures que les différentes parties qui composent les moules ont laissées apparentes, soit enfin en enlevant les parties inutiles qu'on a dû laisser pour assurer la réussite des objets façonnés par la méthode du coulage.

Le *tournassage* est l'opération par laquelle on enlève à la pièce façonnée par le tournage l'excès d'épaisseur qu'on a réservé pour éviter les inconvénients d'une dessiccation trop prompte, et ceux qui résulteraient d'un *vissage* apparent. Les outils dont on se sert pour enlever la pâte sous forme de copeaux se nomment *tournassins;* ils sont de différentes formes, suivant le profil qu'on veut obtenir; le tourneur les fait lui-même, en les prenant dans de vieilles lames de scies. Le tournassage s'effectue soit sur le tour ordinaire, lorsque la pâte, comme celle de porcelaine dure, n'a qu'une faible consistance, soit sur le tour à axe horizontal, dit aussi *tour en l'air* ou *tour anglais*, lorsque la pâte, comme celle de faïence fine, est excessivement plastique et résistante à l'état humide (fig. 487, B).

Lorsque le tournassin est guidé par une *rosette* de forme régulière, ou à saillies ou à cavités, le travail se traduit sur la pièce ou par des gaudrons, ou par des guillochés réguliers. On donne, dans ce cas, le nom de *gaudronnage* ou de *guillochage* à l'opération.

Réparer une pièce, c'est enlever, avec une lame ou tout autre outil tranchant, les parties inutiles que le moule a données ou que le mouleur a laissées avec intention, pour faciliter la dépouille de la pièce au moment du *démoulage.* On procède toujours par ablation et grattage. Quelquefois il faut remplir des trous, on le fait avec de la pâte d'une densité convenable à l'état de barbotine. On en met de façon à faire une saillie qu'on enlève en rabotant la surface, lorsque le tout est parfaitement sec.

Si la pièce doit présenter des jours, le moule donne par un trait les contours des parcelles qu'il faut évider : on les perce avec une pointe, et les trous sont ensuite amenés à

leur forme au moyen de petites lames; c'est faire un *évidage*.

Si la pièce doit présenter en relief des décorations en pâte blanche ou colorée, on commence par appliquer sur la poterie, au pinceau et par couches successives, de la barbotine, dont on règle l'épaisseur sur celle du plus grand relief qu'on veut obtenir; puis, avec une gradine, on sculpte sur cette pâte comme on travaillerait de l'ivoire. On a fait dans ce genre de charmantes compositions en porcelaine de Sèvres. Cette méthode, dite de *sculptage*, conserve à la pièce son mérite artistique, ordinairement altéré par les surmoulages même les mieux exécutés.

Le *moletage* et l'*estampage* se disent de tous les procédés dans lesquels interviennent la molette et l'estampe. On ne peut les appliquer qu'à des pâtes peu susceptibles de se fendre ou de se gauchir sous l'influence des pressions inégales.

On donne le nom d'*applicage* et de *collage* aux opérations au moyen desquelles on réunit sur un objet d'usage ou d'ornementation les appendices qui le terminent et le rendent propre au service auquel on le destine : les anses, les becs, les perles, les rosaces, et en général tous les accessoires désignés sous le nom de *garnitures*. Presque toujours ces pièces sont faites à part par moulage, ou à la filière; pour les réunir à l'objet qu'elles doivent compléter, on prépare les surfaces de réunion, on fait quelques hachures en travers sur les points à souder, on interpose de la barbotine, même pâte liquide que celle qu'il convient de coller, et on laisse sécher; on répare ensuite en éliminant les bavures et bourrelets. Le *collage*, s'il est bien fait, ne paraît pas après la cuisson; on réunit ainsi sur une même pièce plusieurs parties qui peuvent avoir été façonnées par des procédés différents, comme par exemple les bouches de pots à l'eau venus par moulage sur un corps cylindrique ou ovoïde, venus par tournage ou coulage (fig. 488, D).

Lorsque les pièces ont été terminées, *achevées*, comme on dit, on les porte, si la poterie doit être composée, c'est-à-dire recouverte de glaçure, dans un *séchoir* chauffé soit par des calorifères, soit par de simples poêles où se brûle un combustible de peu de valeur; et là, recevant une température lente et progressive, elles perdent toute leur eau d'imbibition. La chaleur doit être graduée sagement pour éviter les fentes et les gerçures. On utilise avec avantage la chaleur perdue des fours à porcelaine, en faisant circuler dans les séchoirs les produits de la combustion à leur *sortie des fours* (système de M. Hand).

MISE EN GLAÇURE.

Après que la pièce a été séchée lentement, surtout pour les objets épais, on la porte au four pour la cuire en biscuit, si la poterie est simple, et pour la préparer à recevoir une glaçure, si la poterie est composée (fig. 495, A, page 311).

Plusieurs méthodes se présentent pour recouvrir rapidement et régulièrement la poterie du vernis, de l'émail ou de la couverte au moyen desquels on détruit les inconvénients de la porosité, on masque la couleur grisâtre de la pâte, on ajoute au brillant et à l'éclat de la surface.

Dans tous les cas, la matière fusible est réduite en poudre aussi fine que possible, et on la répand sur les portions à recouvrir soit par *saupoudration,* soit par *arrosement* et *aspersion,* soit par *immersion,* soit par *volatilisation.*

Mais il est convenable, pour rendre l'opération plus facile, de modifier la nature de la pâte, qui, si elle se trouvait en contact avec l'eau, s'y délayerait promptement, en vertu de la faculté que possède l'argile de faire pâte avec elle. On sait que cette propriété disparaît par la calcination. Si donc on porte à la température rouge les pièces sortant du séchoir, on les rend indélayables dans l'eau, en même temps qu'on les rend absorbantes; elles happent à la langue. Dans cet état, elles sont prêtes à recevoir la glaçure; cependant, lorsqu'on procède par saupoudration, il n'est pas de rigueur de cuire la pièce pour la *dégourdir.* On nomme ainsi l'opération qui consiste à porter au rouge la poterie composée pour lui donner un premier feu; elle prend alors le nom de *dégourdi.* Comme, dans ce cas, la glaçure ou le vernis ne se mettent qu'à l'intérieur des pièces, la poudre se met à sec.

Mais si la poterie doit avoir une certaine valeur, si elle doit être recouverte de glaçure en dedans et en dehors, il faut avoir recours à l'opération du dégourdi. La glaçure est mise alors, après broyage, en suspension dans l'eau, et c'est dans cette eau trouble qu'on plonge la pièce à mettre en glaçure : la pâte poreuse absorbe une certaine quantité d'eau, et elle se trouve recouverte de toutes parts d'une couche égale de glaçure, si toutes les parties sont restées en contact avec le liquide à peu près le même temps. Le bord des pièces, généralement plus mince, ne prend que peu de glaçure; les points par lesquels la pièce est tenue n'en prennent pas; il faut régulariser la couche de glaçure; on se sert du pinceau pour en remettre là où il en manque, et d'une lame ou

d'un canif pour enlever les parties qui sont trop chargées, gratter les égouttures, etc. On met ainsi en glaçure les faïences communes, les poteries vernissées, les terres de pipe et les porcelaines dures, en général toutes les poteries qui cuisent au même feu, pâte et glaçure.

Mais lorsque la pâte cuit à une température plus élevée que la glaçure, et lorsque la pâte cuite a perdu sa porosité, elle n'absorbe plus; il faut avoir recours à l'*arrosement*. La glaçure est mise en



Fig. 490.

A. trempage, mise en glaçure par immersion.— B et C, retoucheuses réparant les pièces mises en couverte.

suspension dans l'eau, mais alors sous forme de bouillie épaisse, et on la verse sur la pièce à mettre en glaçure. Cette pièce est-elle creuse, on l'emplit de glaçure, et par un mouvement approprié, on promène sur tous les points de l'intérieur le vernis ou l'émail. La pièce doit-elle être mise en vernis en dehors et en dedans, on la plonge tout entière dans le bain que forme le vernis. C'est ainsi qu'on *trempe* les cailloutages anglais et les porcelaines tendres.

Lorsque le vernis qu'on veut appliquer sur la poterie est volatil, ou composé d'éléments volatils capables de former des verres avec quelques subtances fournies par la pâte elle-même, il suffit

les fours à porcelaine sont généralement connus. Les cheminées peuvent être multiples.

On a réalisé, dans quelques fabriques, une économie notable, au point de vue du combustible, en superposant deux ou plusieurs laboratoires. Lorsque ces laboratoires sont destinés à cuire une même poterie, on dispose, à chaque étage, une série de foyers qu'on allume d'étage en étage, quand le laboratoire inférieur est suffisamment cuit (fig. 493).

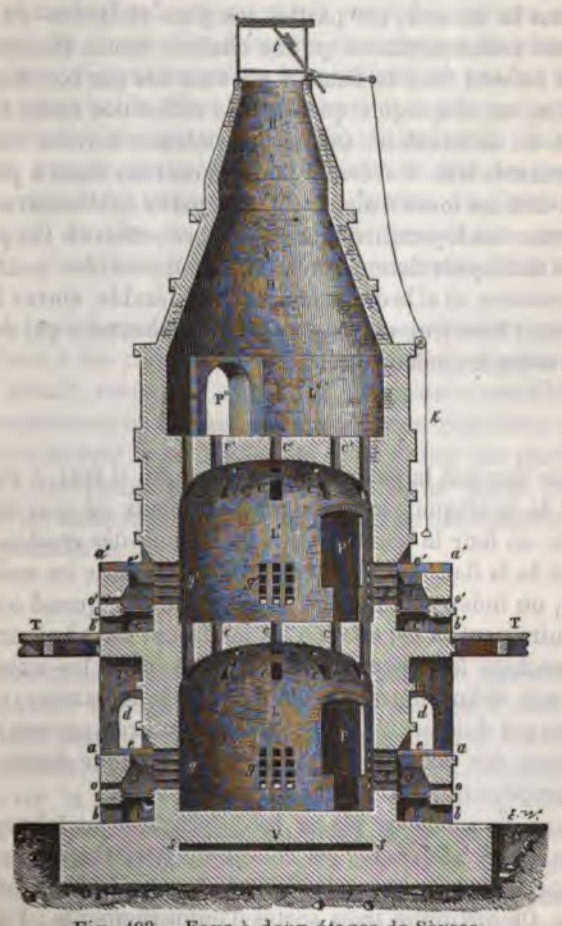


Fig. 493.—Four à deux étages de Sèvres.

aa', alandier.
bb', cendrier.
cc', ouverture pour l'air chaud.
ff', foyer.
gg', passage de la flamme.
HH', cheminée
LL', laboratoire.
oo', ouvertures pour le passage de l'air froid pendant le petit feu.
PP', portes.

Quand on fabrique dans la même usine des produits qui ne peuvent cuire aux mêmes températures, ceux qui n'exigent qu'un feu moindre sont placés dans les laboratoires supérieurs, et ils peuvent y être cuits sans le secours des alandiers supplémentaires, c'est-à-dire uniquement par la *chaleur perdue.*

Les fours carrés sont avantageux ou tout au moins suffisants pour les poteries qui cuisent à basses températures. Quand les foyers sont disposés sur une seule face, il peut y avoir irrégularité dans la cuisson, les parties les plus éloignées du foyer ne recevant nécessairement qu'une chaleur moins intense. Toutefois en cuisant dans la flamme ou avec des gaz convenablement chauffés, on n'aperçoit que peu de différence entre toutes les parties du laboratoire. Quand les poteries doivent cuire à des températures très-élevées, il faut préférer les fours à porcelaine, c'est-à-dire les fours à alandiers, et répartir également sur la circonférence les foyers installés en nombre suffisant. On peut avoir jusqu'à dix foyers flanqués à la base du même four pour chauffer le laboratoire, et si le diamètre est considérable, élever la température de l'intérieur par un foyer supplémentaire qui déverse au centre toute la chaleur qu'il reçoit.

ENFOURNEMENT.

Quelle que soit la poterie qu'on fabrique, il faut, à moins que ce soit de la brique commune ou des tuyaux de peu de valeur, garantir au four la marchandise de l'action des cendres, des fumées et de la flamme. Il faut encore les soutenir les unes par les autres, ou indépendantes les unes des autres, quand on ne peut faire autrement. A cet effet on les maintient dans le four, soit sur des planchers faits exprès, soit les unes dans les autres, pêle-mêle; soit enfin enfermées dans des étuis ou *cazettes,* ustensiles en terre qui doivent résister aux températures nécessaires pour la cuisson des poteries qu'on fabrique, quelque élevée que soit cette température.

On appelle *enfourner* placer les pièces dans le laboratoire du four, en observant toutes les conditions désirables pour obtenir le moins de rebuts et la plus grande économie dans les frais de cuisson. On distingue trois sortes d'enfournements : l'enfournement *en charge*, l'enfournement *en échappades* et l'enfournement *en gazettes.*

Autant qu'on le peut, on place les pièces les unes dans les

autres, sans supports, sans étais, dont la fabrication s'ajouterait inutilement au prix des pièces, et dont la place au four serait complétement perdue pour les fabricants. C'est l'enfournement *en charge.* On le pratique pour les poteries grossières, les briques, les tuiles, etc., etc.

Mais on comprend que la nature même de certaines poteries ou lourdes et ramollissables ou recouvertes de glaçure, s'oppose à ce que ce mode d'enfournement soit employé toujours, et qu'il faille établir, de distance en distance, des espèces de planchers, sur lesquels on dispose les pièces de manière à ne pas les écraser sous leur propre poids. C'est l'enfournement *en échappades.* Enfin dans la fabrication des poteries de luxe, qui tirent de leur blancheur une grande partie de leur valeur, il faut les protéger contre le contact de la flamme et des cendres que laissent les combustibles, en plus ou moins grande proportion, après la combustion. C'est alors l'enfournement *en cazettes*, *étuis* ou *gazettes.*

Quel que soit le mode d'enfournement auquel on a recours, il doit satisfaire à des conditions générales, qu'il n'est pas toujours facile de réunir, mais qui sont d'une importance considérable. Il est d'impérieuse nécessité pour une cuisson régulière, que la flamme circule avec la même facilité dans toutes les parties du four, par conséquent qu'il y ait entre chaque pièce, chaque échappade ou chaque pile de cazettes, l'espace nécessaire au passage des produits de la combustion.

ENCASTAGE.

L'enfournement en cazettes exige une opération spéciale à laquelle on donne le nom d'*encastage*, et qui consiste à mettre les pièces à cuire dans les étuis qui doivent les protéger contre l'action des cendres, de la flamme et de la fumée. L'encastage est variable avec la nature des pièces qu'il faut cuire ; si elles sont en pâte *non ramollissable*, *sans glaçure*, l'encastage exige moins de soins que si les produits sont en pâte *avec glaçure;* les poteries sont-elles en pâte *ramollissable*, les difficultés sont bien plus considérables, surtout si ces poteries sont *recouvertes de glaçure.*

Lorsque les poteries sont en pâte non ramollissable, on se borne à les empiler les unes sur les autres, de manière qu'elles se soutiennent mutuellement, mais en ne portant pas cet entassement jusqu'à *l'écrasement.*

Lorsque les poteries sont recouvertes d'une glaçure qui se transforme en verre par l'action du feu, il faut éviter qu'elles se touchent, et encore ne doivent-elles être en contact avec les parties qui les supportent que par les points les moins nombreux. Ces points prennent le nom de *touches*. On se sert alors de supports particuliers qui offrent des points et des arêtes vives; ce sont, suivant leurs formes, les *pernettes*, les *colifichets* et les *pattes de coq*.

Lorsque la pâte est ramollissable au feu de cuisson, non-seulement il faut soutenir la pièce, mais il faut la maintenir dans sa forme; elle porte alors non plus sur un petit nombre de points, mais sur des surfaces développées, convenablement choisies pour qu'elles ne viennent occasionner aucune déformation; en général, autant qu'on le peut, on choisit une forme qui épouse celle de la pièce à cuire; on donne à ce support le nom de *renversoir*. Ils peuvent être en terre réfractaire et servir plusieurs fois; ils peuvent être en pâte crue de la même nature que la pâte à cuire; ils ne doivent alors servir qu'une fois. Ils accompagnent la pièce dans tous les mouvements qu'elle subit au four par suite de la retraite à laquelle elle est soumise.

C'est surtout lorsque la pâte ramollissable est recouverte de glaçure qu'il devient difficile de la cuire et de la maintenir dans sa forme. Il faut qu'elle soit bien assise sur un rondeau parfaitement dressé. Le pied par lequel elle porte est dégarni de tout mélange fusible; et, s'il n'est pas possible de conserver la forme de la pièce sans mettre un support spécial sur l'ouverture supérieure, on polit les bords ou on recuit une seconde fois pour émailler les parties qu'il a fallu réserver pour le premier feu.

L'encastage, en comprenant dans cette opération la fabrication des *étuis, cazettes, rondeaux*, *cerces*, *renversoirs* et autres *supports*, est important, surtout dans la fabrication des porcelaines dures, à cause de la haute température à laquelle se cuit cette sorte de poterie.

La fabrication des étuis et des cazettes est, du reste, la même que celle des autres objets de terre cuite. Le choix de la matière première est une condition de succès. La terre doit être très-résistante à la casse, à la fusion et aux coups de feu.

Lorsque l'encastage est préparé, les poteries sont enfournées, c'est-à-dire placées dans le four soit en charge, soit en échappades ou chapelles, soit en cazettes. Dans ce dernier cas, les piles sont

verticalement, les unes à côté des autres, maintenues par
ots. Le devant des feux est protégé par un double encas-
es étuis, placés les uns sur les autres, sont soigneusement
'est-à-dire garnis de *lut* qui s'oppose au passage de la
, des cendres et de la fumée, et qui protége les pièces
ues dans l'intérieur.



Fig. 494.
ransport des poteries au feu de dégourdi. — B, préparation de l'encastage.

jue le four est plein, la porte est murée; toutefois on
à une certaine hauteur une ouverture qu'on ne ferme
un tampon de terre. Cette ouverture permet, quand on le
nvenable, de voir la couleur du feu, celle de la flamme et
er de l'intérieur de la cazette un ou plusieurs fragments
ues à la poterie qu'il s'agit de cuire, pour surveiller l'état
ement de la cuisson. On nomme *montres* ou *pyroscopes* ces
ragments; tantôt ils ont une composition spéciale, tantôt
exactement formés comme toutes les pièces qui sont
four, et recouverts de la même glaçure que la fournée
tière. On juge par l'aspect qu'ils prennent si l'on doit
ou continuer le feu. Le pyromètre de Wedgwood, dont
aît le principe, est quelquefois employé pour évaluer les
tures élevées. Mais on préfère recourir à l'emploi des

pyroscopes pour juger le degré de cuisson. On quitte souvent le feu de vernis sur des colorations particulières qui n'apparaissent qu'à des températures nettement déterminées.

Quelle que soit la forme du four, la nature du combustible employé, le genre de poterie qu'on veut cuire, on peut établir que toujours on commence le feu lentement; cette première période de la cuisson se nomme *petit feu*. On termine par un coup de feu qu'on peut mener assez rapidement; on donne à cette période le nom de *grand feu*. Comme les pâtes contiennent généralement une forte proportion d'argile, et que cette argile ne perd son eau qu'à des températures supérieures à 100 degrés, il est indispensable, pour éviter les fêlures, de dégager cette eau avec une très-grande lenteur, même pour les pâtes dans lesquelles le ciment ou toute autre matière antiplastique a ménagé des vacuoles capables d'éconduire la vapeur d'eau sans avoir de grands obstacles à vaincre.

Il est important d'observer ici que la température n'est pas le seul élément qu'il faille considérer dans la cuisson des poteries. On a remarqué l'influence qu'exerce sur le résultat obtenu la composition de l'atmosphère du four, à des époques déterminées de la cuisson, et certainement on trouverait que certaines formes de four correspondent à des compositions nettement tranchées, ou neutres, ou oxydantes, ou réductrices. La nature des produits que l'expérience a conduit à cuire dans des fours de formes déterminées se trouveraient donc en relations directes avec ces mêmes formes.

Lorsque les pièces ont reçu le feu convenable pour cuire la pâte et développer le brillant de la glaçure, on ferme, avec de la terre, toutes les ouvertures des foyers, puis on laisse refroidir aussi lentement que possible. Au bout de plusieurs jours, quelquefois huit, on défourne, et les produits sont classés en premier, deuxième, troisième choix; dans les fabrications communes, tous les objets sont vendus sans choix; ils sont livrés *tout venant*.

[redacted]

CHAPITRE V. — SYNTHÈSE DES POTERIES.

ı a pu voir, dans les premières pages de cet article, les diffé-
ɜs sortes de poteries que le commerce admet. A ces différentes
s correspondent des dosages variés et quelques pratiques
ales, qu'il peut être utile de résumer ici.

teries vernissées. — En prenant le type de ces poteries dans
s qui se font à Paris, on rencontre des poteries vertes,
əs et brunes (marmites, poêlons, coquelles, etc.). La pâte se
ɔose d'argile plastique brune, extraite du sud de Paris, des
ȝes de Gentilly, Arcueil, Vaugirard, Issy, Vanves, etc.; de
ı siliceux, mélangé d'un peu de marne ferrugineuse des
eurs nord de Paris (Belleville). On prend environ : sable, 20;
e, 80. L'argile est épluchée pour éliminer les pyrites qu'elle
contenir. La pâte est gâchée, marchée et façonnée par tour-
ı sans tournassage. Quelquefois moulée : souvent l'intérieur
est tournassé. Les pièces ovales sont moulées. Les garni-
ɜ faites à la main et collées immédiatement.

ɜs vernis colorés sont faits en prenant, savoir :

	Pour le vernis jaune.	brun.	vert.	noir.
Litharge	70	64	65	60
Argile de Vanves	16	15	16	15
Peroxyde de manganèse	»	6	4	6
Battitures de cuivre	»	»	3	»
Oxyde de cobalt	»	»	»	4

ɜ tout est mêlé et posé par arrosement ou immersion.

ɜ vernis de plomb a dans l'usage des inconvénients très-
res, quand il est trop altérable. Il est avantageux de faire usage
glaçures alcalino-terreuses, appropriées à la composition de
ɜrre. On cuit au bois, dans des fours carrés.

ïences communes. — En prenant encore pour type de cette
ıce celle qui se fait à Paris, on voit qu'il faut distinguer deux
ɜs de faïence, l'une à glaçure blanche opaque, l'autre b
ıoirâtre. On trouve souvent sur la même pièce l'émail
ıtérieur, le vernis brun à l'extérieur (poêlons, jattes, ‹

On prend à Paris pour faire la pâte de faïence :

	blanche.	brune.
Argile plastique d'Arcueil...........	8	30
Marne argileuse verdâtre...........	35	32
Marne calcaire blanche,............	28	10
Sable impur et marneux...........	28	28

Les matériaux de la pâte sont mêlés dans une caisse rectangulaire nommée *gâchoir;* les corps étrangers sont éliminés par décantage et tamisage. La pâte, mélangée de nouveau, est raffermie généralement par projection sur des murs parfaitement secs. Elle est conservée dans des fosses où elle s'améliore, on la marche et on la façonne sous masses de 25 kilogrammes qui sont bien battus; le façonnage se fait au tour. Les pièces sont terminées par l'ébauchage, surtout pour les faïences brunes; les blanches sont tournassées; les garnitures sont moulées; les pièces terminées sont cuites en biscuit, en charge et en chapelles à *boucheton*, c'est-à-dire *bord sur bord renversé.* Les pièces plates, comme les assiettes, sont cuites les unes dans les autres, et moulées à la croûte sur des moules de plâtre; elles sortent du four pour être mises en glaçure. La glaçure est ou l'émail opaque qui cache la couleur de la pâte, ou le vernis noir qui brunit la pièce. On réserve quelquefois l'émail blanc seulement pour l'intérieur des objets.

On fait à Paris deux compositions d'émail : l'une dure, l'autre tendre. Elles sont essentiellement formées d'oxyde d'étain, d'oxyde de plomb, de sable, de sel marin et de soude. L'oxyde d'étain est mêlé à l'oxyde de plomb à l'état de *calcine*. Les métaux sont oxydés à l'air et sous l'influence de la chaleur, dans un four spécial nommé *fournette*. On fait fondre la calcine avec d'autres ingrédients, dans la partie du four qui a le plus de feu, et qu'on nomme *bassin;* cette partie est au-dessous du four et à l'arrière du foyer. La température est évaluée vers 60 ou 70 degrés du pyromètre de Wedgwood.

N° 1 (dure).		N° 2 (tendre).	
Calcine. { Plomb...... 77 / Étain....... 23 }	44.	Calcine. { Plomb....... 82 / Étain........ 18 }	47
Minium..................	2	Minium..................	»
Sable de Nevers..........	44	Sable de Nevers...........	47
Sel marin................	8	Sel marin.................	3
Soude d'Alicante....... .	2	Soude d'Alicante..........	3

La masse fondue n'est pas toujours parfaitement blanche, elle

est quelquefois noire; mais broyée et mise sur les pièces, elle cuit blanc.

On pose la glaçure bien broyée sur le biscuit, ou par arrosement, ou par immersion. Quand l'extérieur est brun, on le fait en mélangeant :

Minium	50 à 55
Oxyde de manganèse	7 à 5
Poudre de briques de Sarcelles	45 à 40

On l'applique en plongeant jusqu'au bord la pièce à tremper. L'intérieur se remplit d'émail blanc à l'état de bouillie, qu'on promène partout où l'émail doit prendre, avec un mouvement de main approprié; on décante l'excès de barbotine.

Les pièces émaillées à épaisseur convenable sont réparées; on retouche au pinceau les places qui manquent d'émail. On enlève celui qui se trouve sous les pieds des pièces.

On cuit à Paris dans le même four le biscuit et l'émail; l'enfournement se fait en partie en chapelles, en partie en cazettes. Les pièces émaillées se cuisent dans les deux tiers inférieurs du four, les pièces en cru dans le tiers supérieur. Le four est carré; il faut autant que possible maintenir à l'état neutre l'atmosphère du four, éviter la réduction de l'émail stannifère et plombifère, éviter l'oxydation de la terre, qui prendrait une teinte trop rouge et trop coûteuse à masquer par l'oxyde d'étain.

Les pièces creuses sont placées les petites dans les grandes, maintenues par des colifichets ou des pattes de coq; les assiettes sont garanties dans des étuis, supportées par des *pernettes*.

Les étuis sont émaillés intérieurement.

Faïence fine. — Le type de la faïence fine peut être pris dans les fabrications anglaises. On mélange :

Argile de Montereau, lavée	56
Kaolin lavé	27
Silex ou sable broyé	14
Feldspath altéré ou pegmatite	3

Les matériaux sont parfaitement tamisés; les silex provenant de la craie sont calcinés et broyés, les éléments de cette poterie sont mélangés à l'état de bouillie d'une densité convenable, dans de grandes caisses de dosage; la pâte est trop liquide pour pouvoir être maniée; on la raffermit dans des caisses longues chauffées en dessous nommées *slip-kiln*; la pâte est brassée, puis emmagasinée; on la pétrit soit à la main, soit au moyen de tines à malaxer, soit à l'aide de lourds cylindres.

La pâte est plastique; elle se travaille facilement; l'ébauchage se fait sur le tour au ballon ou à la housse, suivant la forme. On moule les assiettes; les pièces ébauchées sur le tour sont finies par le tournassage; celles qui ont été moulées sont réparées avec soin; les garnitures sont faites à la filière, ou moulées à la balle ou à la croûte. Elles sont collées, et on porte à cuire au four. Le four est cylindrique, à six ou dix alandiers. Les pièces à cuire en biscuit sont enfournées en étuis, souvent empilées les unes dans les autres. Après la cuisson, on met en vernis; ce vernis est dur, mais il cuit à moins haute température que le biscuit : le biscuit exige de 90 à 100 degrés du pyromètre de Wedgwood. Le four à vernis cuit entre 27 et 30 degrés du même instrument.

Pour faire ce vernis, on fait fondre :

Feldspath altéré de Cornwall..........	40
Minium................................	23
Borax.................................	23
Carbonate de soude sec................	14

On ajoute un peu de cobalt, 2 ou 3 millièmes, pour corriger le ton jaunâtre de la pâte. La pâte est peu poreuse. Le vernis est broyé et mis dans l'eau à la consistance d'une bouillie assez épaisse. On l'applique par immersion ou trempage. On retouche avec soin; on plonge les pièces en les tenant au moyen de pinces en métal à trois branches.

L'encastage des pièces vernissées est délicat; les étuis doivent être recouverts de vernis à l'intérieur pour ne pas absorber celui des pièces. Les gazettes doivent être lutées pour éviter les cendres et les fumées. Le pied des pièces qui cuisent à plat est garni d'esquilles de silex, pour qu'il n'y ait pas adhérence avec le rondeau qui les supporte.

Le four à vernis est rond. On peut cuire dans le même four successivement le biscuit et le vernis. Il vaut mieux avoir deux fours distincts. Le four à vernis est alors plus petit. Les deux cuisent à la houille.

Pour *cuire le biscuit*, on se sert de sphères creuses, et on juge par la retraite qu'elles ont prise et la couleur rouge, pâle, rougeâtre et brune par laquelle elles passent, si la cuisson est terminée.

Pour *cuire le vernis*, on recouvre les mêmes sphères d'une glaçure plombifère très-fusible. Le vernis paraît d'abord rouge clair, puis rougeâtre, et enfin brun, à mesure que la température s'élève. Il faut tirer promptement ces montres de leurs cazettes pour éviter

es ne s'enfument et qu'elles ne prennent une couleur autre elle qui convient pour quitter le feu.

celaines tendres.—Les porcelaines tendres anglaises se rappro- beaucoup, comme composition, des faïences fines. L'élément e est le phosphate de chaux ; on les façonne par coulage ; les tes se font par moulage : le petit creux par tournage.

pâte qu'on destine aux objets de service de table se com- le :

Kaolin argileux	11	ou	41
Argile plastique blanche	19	—	»
Silex	21	—	16
Phosphate de chaux	49	—	43

glaçure se compose de :

Feldspath	48	ou	44
Silex	9	—	8
Borax brut	22	—	28
Verre cristallin	21	—	»
Kaolin	»	—	5
Potasse et soude	»	—	10

fritte nº 1, on ajoute 11 à 12 parties de minium ; à la fritte on ajoute 3 parties de borax.

s glaçures amenées à l'état de bouillie épaisse se posent par page sur le biscuit complétement privé de toute propriété bante. Les gazettes sont faites dans le Staffordshire avec de le schisteuse interposée dans les bancs de houille. Les pièces cuites comme les faïences dans les mêmes fours. Le feu de it dure 50 heures, le feu de vernis 17 à 20 heures.

s porcelaines tendres françaises se composent d'une fritte et mélange de marne et de craie.

ur composer la fritte on prend :

Sable d'Étampes	7
Soude d'alicante	2

itte et on broie après avoir lavé à l'eau chaude, on ajoute :

Fritte précédente	100
Marne argileuse	12 à 9
Craie	9 à 12

glaçure se compose de :

Sable	16
Minimum	28
Borax	4
Nitre	1

s d'oxyde de cobalt.

Les procédés de fabrication diffèrent de ceux des poteries qui précèdent à cause du manque de plasticité. On opère généralement le façonnage par coulage. Le biscuit est enfourné d'abord. La glaçure cuit après, mais à une chaleur beaucoup moindre.

Porcelaine dure. — Dans la fabrication de la porcelaine dure, la glaçure et la pâte cuisent en même temps : le dégourdi n'a pour but que de rendre la mise en couverte plus facile et plus prompte. On se borne à citer les compositions que fournissent les dosages de Sèvres qu'on peut prendre pour type de mélange. C'est à cette sorte que se rapportent les détails de façonnage qui précèdent.

Argile de kaolin lavé et décanté.........	80
Sable de kaolin, caillouteux.............	20
Craie de Bougival décantée.............	8

La glaçure se compose uniquement de pegmatite du Limousin : elle est équivalente à beaucoup de pétrosilex plus ou moins compacte. Celle de Saint-Yrieix contient environ 8 pour 100 d'alcali.

Les fours à porcelaine sont cylindriques ; ils cuisent au charbon de terre ou au bois.

CHAPITRE VI. — DÉCORATION DES POTERIES.

La fabrication des poteries, qui comprend non-seulement les objets d'usage domestique, mais encore les poteries décoratives, exige nécessairement des connaissances spéciales et propres à la décoration. Les matières employées doivent posséder une aussi grande inaltérabilité que la poterie elle-même. L'exposé de ces connaissances, presque essentiellement chimiques, que nous allons passer rapidement en revue dans ce chapitre, terminera l'étude sommaire que nous avons voulu présenter ici.

Les matières qui servent à la décoration sont tantôt minérales, toujours indestructibles au feu, puisque la chaleur rouge doit les fixer sur la poterie; tantôt ce sont des métaux à l'état métallique.

Les premières sont placées tantôt dans la pâte, tantôt sur la pâte sous la glaçure, tantôt dans la glaçure et tantôt enfin s glaçure. On peut obtenir des colorations variées en superp des couleurs à des glaçures colorées dans la masse.

.es matières qui décorent par leur éclat ne sont jamais p

e sur la glaçure. Quelquefois, néanmoins, mais dans le cas de peinture en émail, le métal est recouvert d'une couche assez aisse de fondant ou flux vitreux; il forme l'*émail sur paillons*.

Les couleurs sont obtenues de différentes manières, généraaent par l'intervention d'oxydes colorants, qui colorent en vertu leur nuance propre ou par leur transformation en silicate. st ainsi que les oxydes de cobalt et de cuivre, de chrome et de , sont des éléments précieux qu'on peut employer dans la pâte »-même, mais à la condition que les glaçures dont on les ouvre soient complétement transparentes.

Les pâtes de porcelaine dure, celles de porcelaine tendre anise ou française, celles des grès fins, sont colorées par des ydes colorants convenablement choisis pour donner les nuances rapport avec l'atmosphère du four dans lequel on cuit les eries. Ces couleurs sont dites de grand feu; elles exigent, pour e cuites, la même chaleur que la poterie elle-même; elles ivent résister à cette température.

Lorsqu'on décore des faïences fines, on les peint sous glaçure, général par impression; les couleurs sont ordinairement des ydes simples ou composés, auxquels on ajoute assez de fondant ur les faire adhérer légèrement à la poterie sous l'influence du ı nécessaire pour brûler les essences. On repose quelquefois r le vernis transparent qui recouvre cette peinture imprimée, l'or et des couleurs.

Certaines faïences et quelques poteries vernissées reçoivent des aux colorés de toute pièce : les émaux ombrants, qu'on a faits ur la première fois à Rubelles, près Melun, sont colorés dans la isse ; on les emploie dans les mêmes conditions que les glaçures linaires et par les mêmes méthodes. On peut en varier les ances en les posant sur des pâtes incolores ou colorées.

La décoration céramique s'effectue le plus généralement par pplication sur la poterie, recouverte préalablement de glaçure ite au feu. Quelquefois, cependant, comme pour la faïence nnifère commune, les couleurs sont appliquées sur l'émail cru; là, de grandes difficultés.

On se sert pour décorer la porcelaine dure, la porcelaine tendre quelques faïences, ou de couleurs déjà préparées, ou d'émaux oprement dits, ou de lustres ou de métaux.

Les couleurs se composent d'un oxyde simple ou composé, mêlé ıne quantité de fondant dont le rôle est double; il avive la ance de l'oxyde en le faisant adhérer à la poterie et le recou-

vrant d'une sorte de vernis; il remplace donc l'huile et le vernis de la peinture à l'huile. L'oxyde n'est qu'*interposé*.

Les émaux sont des matières vitreuses qui sont très-transparentes et colorées par quelques centièmes seulement d'*oxyde dissous;* l'effet produit par les émaux, qu'il faut appliquer avec un certain relief, est tout différent de celui qu'on obtient avec les couleurs proprement dites. De là, l'aspect caractéristique des porcelaines de Chine, par exemple.

Les lustres métalliques sont appliqués sous une épaisseur très-faible. La couche très-mince de ces matières, qui recouvre la poterie, décompose la lumière blanche et reflète les colorations de l'iris.

Les métaux sont réduits à l'état de poudre impalpable par précipitation chimique et broyage sur une glace; ils doivent résister à l'action des agents répandus dans l'air. On ne fait usage que de l'or, de l'argent et du platine.

L'or est précipité soit au moyen de la couperose, soit au moyen d'une dissolution de protonitrate de mercure. Il foisonne beaucoup plus dans ce cas que lorsqu'on le précipite par le sulfate de protoxyde de fer. Il faut observer, dans la seconde méthode, que les liqueurs soient bouillantes au moment du mélange, et dans la première, que la dissolution de couperose soit aussi étendue que possible.

Les matières destinées à la décoration sont broyées et mêlées à des essences de térébenthine et de lavande, qui permettent de les coucher ou de les étendre.

Le travail se fait au pinceau, pour la peinture; au putois, pour la pose des fonds; au moyen de l'impression pour les décors économiques, qui coûteraient trop de temps et de soins s'il fallait les exécuter à la main.

On laisse les essences se sécher, puis on cuit dans des moufles de fonte ou de terre, comme on le voit dans la figure 495. Lorsque les pièces sont sèches, on les enferme dans des moufles, en évitant qu'elles se touchent par les points recouverts de peinture; on ferme la porte, on fait le mur, et, au moyen d'une grille, on chauffe, tantôt avec du bois, comme en France et en Allemagne, tantôt avec du charbon de terre, comme en Angleterre.

Si la peinture n'est pas soignée, on se laisse guider par la couleur du feu, qu'on peut apercevoir au moyen d'une douille réservée dans la porte. Si la peinture est, au contraire, une œuvre d'art, on surveille la manière dont la température s'élève au

en de petites montres de carmin, qui changent de ton avec aleur qu'elles ont subie, et avec laquelle le cuiseur est fami- sé.

and on pense que le feu est suffisant pour cuire la peinture, dorure, ou le fond de couleur, on arrête le feu et on bouche s les ouvertures. Le refroidissement est aussi lent que pos- . Après ce premier feu, on retouche la peinture, s'il y a lieu,



Fig. 495.—Décoration des poteries en couleurs de moufles.

a cuit une deuxième ou troisième fois, suivant que le cas ge. Lorsque les pièces peintes sont chargées de métaux pré- , on les brunit pour donner au métal l'éclat dont il tire sa ar.

est par l'ensemble de ces procédés qu'on transforme une ère sans grande valeur en des objets d'une très-grande ri- se. Il faut alors, pour atteindre ce but, réunir l'utile influence sciences et des beaux arts.

SALVÉTAT.

POUDRES ET SALPÊTRE

I.—POUDRE.

Il serait hors de propos de faire ici l'historique incertain de l'invention de la poudre. Les prétentions des Chinois sont peu justifiées, et on ne saurait guère faire remonter cette découverte à Marcus Græcus, pas même à Roger Bacon. Qui dit poudre sous-entend projectile, arme de guerre, et il ne paraît pas que l'un plus que l'autre ait produit un engin de guerre opérant par la poudre.

Diverses conditions sont à réaliser dans la fabrication de la poudre : le choix des ingrédients, la régularité du mélange et la justesse de ses proportions, l'exactitude et la perfection du grenage, enfin le soin de sa conservation. Nous allons passer successivement en revue ces points importants.

CHOIX DES INGRÉDIENTS DE LA POUDRE.

Le salpêtre destiné à la confection de la poudre doit contenir au plus un trois-millième d'impureté. Le salpêtre de troisième cuite est ordinairement dans ce cas. Le soufre est en canons ; il a été purifié par une distillation soignée. Le charbon est celui du bois de bourdaine, de la chènevotte, du saule, du peuplier, du fusain ou du cornouiller sanguin. M. Regnault ajoute le châtaignier à cette liste. Habituellement, en France, on a recours à la bourdaine, et en Espagne à la chènevotte.

Carbonisation du bois de bourdaine.—On pratique dans la terre des fosses rectangulaires ; une barre y tient lieu de chenet ; sur ce dernier, on appuie des fascines de baguettes de bourdaine de 2 mètres de hauteur environ et de 2 ou 3 centimètres au plus de diamètre ; elles doivent être écorcées. Chaque fascine pèse environ 15 kilogrammes. Dans le vide triangulaire laissé sur le sol par les deux rangs qui s'appuient sur la barre, on place de menues branches. On achève de remplir la fosse de fascines, on y met le feu par le bas et on bouche les vides à mesure qu'ils se produisent par de nouvelles fascines. Lorsqu'on en a ajouté autant que la fosse en contenait d'abord, on étouffe le feu, et quand

le tout est suffisamment refroidi, on ouvre la fosse et on en tire le charbon à la main, en rejetant la braise et le bois mal carbonisé. Ce vieux procédé a été rajeuni.

Aujourd'hui les fosses creusées en terre sont cylindriques et revêtues de briques à l'intérieur. Leur diamètre est de 1 mètre 5 décimètres et leur profondeur de 1 mètre 20 centimètres. Les baguettes de bourdaine, pour y être placées, sont réduites à une longueur de 30 centimètres, et amoncelées de manière à dépasser de quelques centimètres l'ouverture supérieure de ce foyer. Une ouverture inférieure permet d'y mettre le feu par le bas. On rend la combustion plus uniforme en remuant avec une fourche les baguettes en ignition, et lorsqu'on a introduit dans la fosse tout le bois qu'on avait mis en réserve pour combler les vides, et qu'il ne se dégage plus de flammes, on bouche exactement l'ouverture de la fosse avec un couvercle de tôle. On défourne deux ou trois jours après, et l'on tire le charbon à la main.

Carbonisation par distillation.—Le bois de bourdaine est écorcé, coupé en morceaux d'environ 1 mètre de longueur et placé dans des cylindres en fonte, disposés horizontalement dans un même fourneau; 12 de ces fourneaux sont rangés sur la même ligne. Les cylindres de fonte ont 2 mètres de longueur sur un diamètre de 70 centimètres. Les deux extrémités de chaque cylindre sont closes par des disques ou obturateurs; ils sont lutés avec de l'argile mêlée de sable. Les disques de l'avant sont percés de quatre petites ouvertures, dont trois laissent arriver dans le cylindre des tubes de tôle fermés par un de leurs bouts, et qui contiennent des baguettes de bourdaine; ils servent à reconnaître la marche de la carbonisation. A la quatrième ouverture est adapté un tube de cuivre courbé qui porte les produits de la distillation un peu au-dessus d'un entonnoir; cet entonnoir est adapté à un canal qui conduit à la cheminée de tirage. Les disques de l'arrière n'ont aucune issue, et sont adaptés à leur cylindre respectif, lorsque les baguettes de bourdaine ont été introduites dans l'appareil.

L'on n'a point cherché à utiliser les produits de la distillation, afin que toute l'attention de l'opérateur fût dirigée exclusivement sur la fabrication du charbon. La flamme du foyer enveloppe toute la circonférence des deux cylindres; mais afin qu'ils ne soient pas trop chauffés en dessous, leur demi-circonférence inférieure est protégée par un lut de quelques centimètres d'épaisseur.

La tourbe est le combustible que l'on préfère pour cette opération. Des registres horizontaux permettent de régler la chaleur;

au besoin même on retire du combustible de certains points de la grille pour le porter vers ceux où la carbonisation languit; après onze à douze heures de chauffe, les tuyaux de dégagement cessent d'émettre de la vapeur; on ferme les registres, et la carbonisation cesse d'elle-même. Un rendement de 35 à 40 pour 100 en charbon est le résultat de cette manière d'opérer.

En arrêtant la carbonisation au moment convenable, on obtient le *charbon roux,* employé à la fabrication de la poudre de chasse la plus énergique. Quant à la poudre de guerre, on emploie le *charbon noir;* il suffit pour l'obtenir de pousser un peu plus loin la carbonisation.

Les fumées qui s'exhalent au-dessous de l'entonnoir laissent juger des progrès de l'opération, soit par leur couleur, soit par leur quantité. Effectivement, la distillation marchant lentement à une température qui ne dépasse pas 300° ou à peu près, donne d'abord de l'eau, qui apparait en fumée bleuâtre, puis des acides carbonique et acétique et de la suie sous la forme d'un nuage obscur, qui peut brûler avec une flamme rouge. L'oxyde de carbone succède peu à peu à l'acide carbonique, la fumée s'éclaircit, et quand on y met le feu la flamme devient de plus en plus bleuâtre et passe au violacé. L'hydrogène carboné le remplace, la fumée devient translucide et sa flamme jaune. Le dégagement continuant, sa flamme prend graduellement un vif éclat. Enfin la fumée cesse, et la flamme, devenue courte, finit par s'éteindre.

L'opération, étant arrêtée au moment où la flamme est violette, donne 40 pour 100 de charbon. Ce charbon est roux, sa nuance est le brun du chocolat, sa cassure vive et unie, ses morceaux flexibles lorsqu'ils sont minces, son toucher gras et comme velouté, sa flamme d'un jaune brun, claire et sans fumée, sa sonorité est mate, sa dissolution dans la potasse est presque complète. Sa distillation peut encore fournir du goudron, de l'acide pyroligneux et des gaz abondants. Il donne à l'analyse :

Carbone	0,735
Hydrogène	0,288
Cendres	0,007

Si l'on attend que les gaz provenant de la distillation du bois brûlent avec une flamme jaune, l'on n'obtient que 30 pour 100 de charbon. Si l'on cesse la distillation au moment où la flamme s'éteint, le poids du charbon obtenu n'est plus que de 15 pour 100. Le charbon est alors d'un noir bleuâtre, dur, rude et sec au toucher, très-cassant, d'un son clair, et la pression l'agglomère diffi-

[redacted]

cilement. La potasse ne le dissout point, et son analyse donne :

Carbone	0,906
Hydrogène	0,076
Cendres	0,018

Les charbons qui sont intermédiaires entre les deux précités le sont aussi en composition et en propriétés. Avant d'atteindre la couleur brun chocolat, le bois que l'on distille n'est qu'un *fumeron,* brûlant avec flamme et fumée : il n'a pas encore atteint 'état de charbon.

C'est vers 240° que le charbon roux s'embrase. Quand il est noir it à l'état de braise, le charbon s'allume aisément et s'éteint de nême; celui qui est brun chocolat prend moins rapidement, nais une fois pris il ne s'éteint pas et brûle avec vitesse. Cette combustibilité est d'autant plus marquée que la légèreté du charbon est plus grande. La densité du charbon, quand il est en poudre, est au moins égale à 1,5; en masse, il en possède une très-variable, suivant que les bois dont il provient sont durs ou tendres, jeunes ou vieux, secs ou fraîchement coupés, et que la température qu'ils ont subie a été plus ou moins élevée.

Le poids du litre de charbon convenablement broyé s'élève en noyenne, selon sa provenance, à

	Noir ordinaire.	Fortement calciné.
Charbon de chènevottes	59 grammes.	» grammes.
— de fusain	124 —	» —
— de hêtre	132 —	» —
— de peuplier	124 —	187 —
— de bourdaine	133 —	177 —
— de chêne	385 —	471 —

C'est surtout lorsqu'il est en poudre fine que le charbon absorbe 'humidité. Le charbon le plus dense est celui qui l'absorbe le nieux, et le noir mieux que le roux; au maximum, la poudre du premier en prend 15 pour 100, quand le second n'en prend que 7; n moyenne, le noir n'en eût absorbé que 8; éteint par immersion, il peut en retenir 25 à 30 pour 100 de son poids sans que l'œil uisse s'en apercevoir; or, cette humidité lui étant nuisible, il st bon de l'employer à mesure qu'on le produit. En conséquence, noins il reste en magasin et mieux cela vaut.

D'après M. Violette, le bois chauffé à 150° ne donne que des norceaux de couleur brune et brûlant avec flamme et fumée, omme le bois lui-même; ce sont les *fumerons* ou *brûlots*. A 270°, e bois devient roux; il flambe toujours quand on le met au feu :

ce n'est pas encore du charbon; mais à la température de 280°, il devient friable sans cesser d'être roux, et il suffit d'une température de 240° pour l'enflammer: c'est le charbon de la poudre de luxe. A 340° s'obtient le charbon noir, s'enflammant à 370° : c'est celui de la poudre de guerre. A 442°, l'on obtient un charbon noir pouvant servir à la fabrication de la poudre à canon. Soumis à l'action d'une température de 1200 à 1500°, le bois de bourdaine donne un charbon très-noir, plus compacte, moins friable que les précédents, et qui exige la température rouge pour son inflammation.

L'emploi de la vapeur surchauffée permet de réaliser ces conditions. Il a été proposé par M. Violette.

Ce mode de carbonisation a été établi à Esquerdes et appliqué à la fabrication de la poudre de chasse, à laquelle il donne une grande portée.

DOSAGE DES POUDRES FRANÇAISES.

78 de salpêtre, 12 de charbon et 10 de soufre forment la poudre de chasse au charbon noir. 76,9 de salpêtre, 13,5 de charbon et 9,6 de soufre sont le dosage de la poudre de chasse au *charbon roux;* 75 de salpêtre, 12,5 de charbon et 12,5 de soufre constituent la poudre de guerre; enfin 62 de salpêtre, 18 de charbon et 20 de soufre forment par leur mélange la poudre de mine; l'addition du charbon avivant une poudre dont les effets sont amortis par un excès de soufre.

La poudre de chasse est la plus vive, celle surtout au charbon roux; la poudre de guerre l'est un peu moins; mais elle se conserve mieux, en raison de sa quantité de soufre en léger excès; la poudre de mine lui est inférieure, mais par cela même elle convient mieux à son objet, car elle est destinée à ébranler de grandes masses, et non point à lancer des projectiles; elle est d'ailleurs plus économique.

FABRICATION DE LA POUDRE DANS LES MORTIERS A PILON.

Un moulin à pilon se compose de deux piles en bois de chêne équarries et percées l'une et l'autre de six trous ovoïdes, couronnés chacun d'un entonnoir pratiqué aussi dans le bois; ils sont fermés inférieurement par un morceau de cœur de chêne en bois debout, et fixé invariablement. Une tinette reçoit le contenu du sixième mortier lorsqu'il faut effectuer les rechanges, [illegible]t-à-dire transporter les matières d'un mortier dans l'autre.

[redacted]

les rechanges est d'accélérer le mélange, et surtout de le
›ossible, parce que sans cela la matière se durcirait sous
comme le *pisé*.

chaque mortier bat un pilon piriforme en bronze ajusté à manche de bois. Une roue hydraulique met en mouvement des arbres horizontaux, et ceux-ci, par les cames dont ils sont armés, élèvent les pilons, qu'ils laissent retomber. Deux traverses convenablement percées dirigent les manches des pilons et les empêchent de s'écarter du mouvement vertical. Pour ne point perdre des matières à mélanger, on les humecte, et cette humectation s'oppose aussi à ce qu'elles prennent feu.—On commence par battre le soufre avec le charbon (le charbon se pulvérise mal quand il est seul); au bout d'une demi-heure, on ajoute le salpêtre, et à la fin de la seconde demi-heure de battage on fait un rechange. D'après les ordonnances,



—Mortier et pilon
. fabrication de la
.

ıge doit être battu pendant quatorze heures, durant les-
on exécute d'heure en heure un rechange.

ge.—La galette de poudre ayant été mise à ressuyer à sa
u mortier, on la place dans un crible à gros trous appelé
ıe, et on la charge d'un *tourteau* (cylindre de bois alourdi
calotte de plomb fixée à sa base inférieure). Par un mou-
de va-et-vient, auquel se joint la pression du tourteau,
:e se divise en grains en traversant le crible. Les grains
s qui en résultent sont portés sur le grenoir, dont les
nt moindres que ceux du guillaume; un mouvement de
›nt et l'action du tourteau subdivisent les grains de pou-
grains plus petits tombent du grenoir sur l'égalissoir
ible) qui retient les grains trop gros; et la poudre à mous-
nbe alors sur un tamis (*le blutoir*), y reste, et se sépare
poussier qui traverse le blutoir. — Le poussier encore
:st-à-dire humide, est réduit en galette par la compres-
le battage, pour être grené à son tour.

un nouveau système de grenage que nous décrirons en
de la poudre de chasse.

Séchage.—Le séchage peut se faire au soleil sur des tables sans fin que recouvrent des draps. Si les intempéries s'y opposent, le séchage se fait artificiellement : la poudre grenée est mise sur un tissu de coton, par exemple, qui est attaché au rebord d'une grande capacité rectangulaire en cuivre ; sous ce tissu circule, dans des serpentins en cuivre, de l'eau en vapeur. Par ce mode de chauffage, la poudre se dessèche sans danger d'explosion, en hiver comme en été.

Époussetage.—La poudre séchée est placée dans un tamis pour la séparer du poussier qui s'est formé pendant le séchage. On dit qu'elle est époussetée quand elle a subi cette opération.

Emmagasinage.—La poudre est mise ensuite dans des barils soigneusement fabriqués, et portée dans des magasins bien secs. Pour assurer leur sécheresse, on peut les doubler en plomb et n'y laisser arriver l'air extérieur qu'après l'avoir fait passer sur un corps très-hygrométrique, la chaux vive, par exemple.

FABRICATION DE LA POUDRE PAR LES MEULES.

Cette fabrication ne s'applique guère qu'à la poudre de chasse, bien qu'il y ait avantage à fabriquer ainsi la poudre à canon, parce que ce procédé est le plus simple, le meilleur et le moins coûteux.

Lorsqu'elle se fait au charbon roux, la composition, au lieu de ressembler à celle ordinaire au charbon noir :

Salpêtre	78	devient	80	ou	76,9
Charbon	12		14		13,5
Soufre	10		10		9,6
	100		104		100,0

J'ai décrit, dans mon cours de chimie à l'École militaire de Saint-Cyr, le procédé que j'avais vu mettre en usage au Bouchet pour fabriquer la poudre de chasse au charbon roux. Il consiste, en résumé, à pulvériser et à mêler les matières dans des tonneaux tournant sur leur axe, au moyen de gobilles de bronze, à humecter le mélange avec 2 ou 3 pour 100 d'eau ; à le broyer sous les meules, à le comprimer au laminoir, à le grener en vase clos, enfin à le sécher comme nous l'avons indiqué.

D'après le *Traité de chimie* de M. Regnault, imprimé en 1853, ce serait le même procédé qu'on suivrait aujourd'hui, à l'exception du laminoir qui serait supprimé.

Dans ce procédé, on place dans un tonneau, tournant au moyen

[redacted]

l'un axe horizontal en fer, revêtu de bois, 21 kilogrammes de charbon roux et 150 kilogrammes de gobilles de bronze de 5 à 8 millimètres de diamètre. Un moteur, un cours d'eau, par exemple, imprime à l'axe des tonnes un mouvement de rotation auquel les tonnes participent: ce mouvement se continue ainsi pendant douze heures. On ajoute alors au charbon 15 kilogr. de soufre en morceaux, et la rotation reprend et se continue six heures durant, à 25 ou 30 tours par minute.

Le mélange binaire est alors retiré des tonnes, séparé des gobilles (ce qui se fait aisément au moyen d'un grillage que l'on substitue au fond qui sert de porte à la tonne, et de 5 ou 6 tours de la tonne sur son axe), puis on le porte au *mélangeoir*. On appelle ainsi une tonne en cuivre formée par trois fonds verticaux, formant deux compartiments, et maintenus par douze côtés en bois de chêne qu'enveloppe un cuir de vache. On ajoute au mélange précédent 120 kilogrammes de salpêtre, c'est-à-dire que par chaque 26 kilogrammes du mélange binaire, on met 40 kilogrammes de salpêtre ; ces 26 + 40 sont placés dans un des compartiments du mélangeoir. On introduit dans chaque compartiment 60 kilogrammes de gobilles de bronze de 5 millimètres de diamètre et l'on fait exécuter au mélangeoir, pendant douze heures, de 25 à 30 tours par minute. Arrivé à ce terme, on sépare le mélange ternaire des gobilles et on le place dans des maies par 50 kilogrammes, pour l'humecter bien également au moyen d'un litre d'eau qui sort d'un arrosoir dont la pomme est percée de très-petits trous : c'est une humectation à 2 pour 100 d'eau.

Les 50 kilogrammes étant humectés, on les porte au moulin à poudre. Ce moulin consiste en une plate-forme en fonte et à rebord de 2 mètres de diamètre. Du milieu de la plate-forme s'élève un axe vertical en fonte, auquel se tiennent, par un axe horizontal en fer, deux meules verticales en fonte. Ces meules, du poids de 5,500 kilogrammes, ont 1 mètre 50 centimètres de diamètre, et 50 centimètres d'une base à l'autre.

Deux racloirs en bois, garnis de cuivre, ayant des bras en fer fixés sur l'axe horizontal, ramènent sous la piste ce qui s'en écarte, et deux frottoirs garnis de cuivre, soutenus par des bras de fer venant aussi de l'axe horizontal, détachent sans relâche ce qui adhère à chaque meule.

Aussitôt que les 50 kilogrammes de mélange ont été humectés et déposés sur la plate-forme en couches d'égale épaisseur, on fait entrer les meules en mouvement et on accélère jusqu'à ce que

l'axe vertical fasse environ 8 tours à la minute. (On a reconnu que les mouvements trop rapides donnaient lieu à des explosions.)

Lorsque les meules ont fonctionné pendant une heure, on les arrête, parce que la matière est devenue trop sèche, et on lui fait subir un nouvel arrosage au moyen d'un récipient contenant un litre d'eau et muni à sa partie inférieure d'un tube horizontal percé de très-petits trous: ce récipient est attaché de telle sorte qu'il soit placé derrière l'une des meules; un robinet permet de ne commencer l'arrosage que quand on le juge nécessaire. Le mouvement étant rendu aux meules et le robinet étant ouvert, l'ouvrier détache avec un racloir de cuivre ce qui adhère à la plate-forme. Après ce nouvel arrosage, on arrête le mouvement, on ramène toute la matière sous la piste, et l'on fait tourner les meules assez lentement pour que le tour de l'auge ou plate-forme ne s'exécute qu'en huit à dix minutes. L'opération ainsi terminée donne une galette très-compacte et qu'il s'agit de grener.

Grenage.—Sur un châssis de bois octogonal de 2 mètres 5 décimètres de diamètre, on place huit grenoirs. Le châssis est suspendu horizontalement par huit cordes. Il reçoit le mouvement du choc d'un axe vertical deux fois recourbé dans sa partie moyenne; cet axe (*la signole*) a son extrémité supérieure engagée dans une crapaudine fixée dans un madrier; son autre extrémité est terminée par une roue d'angle horizontale, par laquelle on lui communique son mouvement de rotation.

Chaque grenoir a pour premier fond une plaque de noyer percée de petits trous, comme une écumoire; ces petits trous sont évasés à leur partie inférieure. Un tourteau de bois de cormier, du poids de 2 kilogrammes, se trouve sur cette plaque; aux deux extrémités de celle-ci sont deux ouvertures de 1 décimètre de diamètre, desquelles partent deux rigoles en cuivre disposées en plans inclinés, et allant aboutir par leur partie inférieure au deuxième fond, formé d'une toile métallique située à 3 centimètres du premier fond. Les interstices de cette toile laissent passer le poussier et le grain convenable pour la poudre de chasse. A 3 centimètres au-dessous de la toile est un troisième fond en étamine, servant à l'époussetage. Enfin le rebord inférieur du grenoir repose sur le châssis qui est doublé de cuir. La capacité supérieure du grenoir est recouverte par une toile dont le centre est garni d'une manche en peau à forme d'entonnoir, pour l'introduction de la poudre. Sur la paroi latérale du grenoir sont aussi des manches en peau

[redacted]

vant, l'une à la sortie du grain de poudre, et l'autre à celle du ussier pulvérisé.

Au moment où la capacité supérieure du grenoir a reçu les morux de galette destinés à être grenés, le châssis est mis en arche, et les grenoirs en reçoivent un mouvement circulaire. grenage commence; le grain tombe de la plaque percée sur la le métallique, et la force centrifuge suffit pour remonter les ains trop gros jusque sous le tourteau; les grains, au contraire, i ont traversé la toile métallique sont lancés par la force cenfuge dans la manche, qui les dirige dans un petit baril faisant ction de récipient; enfin le poussier, guidé par la même force, t poussé dans la manche, qui le dirige vers la petite boîte destie à le recevoir. A mesure que le bruit du tourteau avertit que la atière vient à manquer, on en ajoute de nouvelle.

Le poussier reporté sous les meules y subit de nouveau l'huectation, la trituration et la compression; il en résulte des galettes, qui sont grenées comme les précédentes. En renouvelant core une fois sur les grains formés la trituration avec arrosage la compression, on obtient la *poudre royale*.

Lissage.—Au grenage de la poudre de chasse succède le lissage. tte opération a pour but de donner aux grains le poli et le brilnt qui sont propres à ce genre de poudre, d'en augmenter la nsité et d'assurer sa conservation. Il serait à désirer que le lisge fût étendu à la poudre de guerre.

Cette opération s'effectue dans une tonne tournant vers son axe, t pourvue à l'intérieur de douze côtes longitudinales en bois; des nds intermédiaires la divisent en cinq compartiments, qui ont hacun une porte. Cette tonne se nomme *le lissoir*; elle a 2m,7 de ngueur sur 1m,2 de diamètre.

Une trémie à cinq compartiments, correspondant respectivement chacun à l'un de ceux du lissoir, reçoit la poudre lissée. Des uyaux de cuir partis de chacun des compartiments de la trémie a conduisent dans un baril situé au-dessous.

Le mouvement circulaire imprimé au lissoir se transmet aux rains de poudre, qui se lissent par leur frottement mutuel et ntre les côtés du bois. Le mouvement est d'abord lent; mais, près douze heures de durée, on lui donne plus de rapidité. Vingtuatre heures après cette accélération le lissage est achevé.

Il faut sécher la poudre au sortir du lissoir.

Le lissage diminuant l'inflammabilité de la poudre, il ne faut as le pousser trop loin. Il suffit qu'elle ait acquis par le lissage

la propriété de n'être pas altérée par le transport et de ne donner de poussier.

PROCÉDÉ RÉVOLUTIONNAIRE.

Ce procédé passe pour plus rapide que celui des pilons, ma donne une poudre inférieure en qualité, en ce sens que son plosion fournit beaucoup de crasse et de fumée.

Les matières y sont réduites en poudre, chacune à part, des tonnes et par le moyen de gobilles de bronze, puis mé dans les tonnes également au moyen de gobilles en étain.

Le mélange étant fait, on étend une toile mouillée sur plaque de cuivre; on place dessus un cadre en bois; on ren le cadre du mélange sortant des mélangeoirs; on fait succéd ce cadre, que l'on enlève, une nouvelle plaque de cuivre, seconde toile mouillée, un second cadre en bois rempli de lange, et ainsi de suite; puis, la pile étant suffisante, on la c prime au moyen de la presse hydraulique. L'eau se répand la poudre, qu'elle humecte; chaque lit forme autant de gal que l'on fait ressuyer et qu'on porte au grenage.

Ce procédé est abandonné aujourd'hui.

FABRICATION DE LA POUDRE RONDE.

La poudre ronde pour la chasse se fabrique à Berne; ell très-estimée; le grain en est très-fin. En France, on ne d aujourd'hui cette forme qu'à la poudre de mine. C'est d'aill à tort que des auteurs ont confondu le procédé de Berne av procédé Champy.

Poudre ronde, procédé Champy.—Cette poudre étant destiné travail des mines, on y emploie les charbons les plus cuits, p qu'elle ne doit pas avoir une grande inflammabilité.

Le procédé consiste à triturer et à mélanger les matières, à nuler la poudre, à égaliser le grain, à le lisser et à le sécher.

Dans le principe, les ingrédients étaient réduits séparémen poudre impalpable; aujourd'hui le soufre et le charbon broyés ensemble, et plus tard le salpêtre leur est ajouté.

La trituration s'effectue dans des tonnes de fer, où l'on intro des gobilles de bronze de 4 millim. 5 de diamètre à 7 et 15 m (moitié des unes, moitié des autres); chaque tonne renferme kilogrammes de gobilles, 30 kilogr. de soufre et 27 kilogr. charbon. On met les tonnes en mouvement pendant quatre heu avec une vitesse de vingt-cinq à vingt-huit tours par minute.

Cette quantité de mélange binaire est celle nécessaire à la pro-
tion de 150 kil. de poudre de mine. Les 57^k,5 de mélange bi-
ire précédent sont séparés par quarts, et à chacun d'eux est
uté 23^k,25 de salpêtre. On introduit cette composition dans les
nes en cuir appelées *mélangeoirs,* avec 60 kil. de gobilles de
,5 de diamètre pour 37^k,50 de composition ternaire. On fait
uter au mélangeoir de vingt-cinq à trente tours par minute.
ès quatre heures de ce mouvement de rotation, on décharge
omposition dans une maie pour la répartir dans des barils,
l'on envoie à l'atelier de granulation.

La granulation s'opère dans des tonnes de chêne de 1^m,63 de
nètre et de 0^m,63 de hauteur; chacune d'elles a un fond plein,
is qu'au centre du fond opposé est pratiquée une ouverture
0^m,60 de diamètre. L'axe de rotation est commun aux deux
nes; elles y sont maintenues par des coussinets en cuivre;
e d'elles sert à la granulation et la deuxième au lissage; l'une
autre ont sur leur convexité une porte de 35 centimètres de
teur sur 60 de largeur; 4 boulons en cuivre servent à les fer-
r. Une grande maie, placée au-dessous du système, a pour
tination de recevoir le contenu des tonnes à la fin de l'opéra-
n; des plans inclinés en cuivre qui la garnissent conduisent à
barils les produits, soit de la granulation, soit du lissage.
uze petits taquets, distribués sur le pourtour de la tonne, sou-
nt tour à tour un petit marteau de bois dont le heurt a pour
t de faire retomber le mélange qui adhère à la tonne. Dans
e destinée à la granulation, un petit tube d'arrosage, long de
centimètres et du diamètre de 2 centimètres, est percé de trous
pillaires sur l'une de ses arêtes, et reçoit d'une pompe foulante
u, qu'il jette dans l'intérieur du granuloir, un peu au-dessus
l'axe.

On verse à la fois dans le granuloir 100 kil. de noyau (poudre
de à petits grains), on referme le granuloir et on lui imprime
e vitesse de cent tours à la minute. Le noyau, pendant ce mou-
ment, reçoit de la pompe 50 pour 100 d'eau, distribuée en pluie
e, qui le mouille uniformément.

50 kil. de poussier, venu des mélangeoirs, sont ajoutés à la
lle, kilogramme par kilogramme, par l'ouverture pratiquée
l'axe sur le deuxième fond; et chaque grain de noyau hu-
cté se grossit, à la faveur du mouvement de rotation, par
uches concentriques prises au poussier ajouté.

On recommence ensuite une nouvelle injection d'eau et une

nouvelle addition de 1 kil. du mélange ternaire, jusqu'à concurrence de 50 kil., et au bout d'un quart d'heure de rotation l'opération est terminée, à moins que le poussier ne soit pas complétement absorbé. En somme, tout le travail de la granulation doit prendre 35 à 40 minutes.

C'est alors que la poudre est portée au sur-égalisoir, crible qui retient les grains trop gros (ses trous ont $3^{mm},4$ de diamètre); les grains qui ont passé tombent sur le sous-égalisoir, qui retient les grains de $1^{mm},2$ à $3^{mm},4$, c'est-à-dire la poudre de mine. Le grain suffisamment atténué pour traverser le sous-égalisoir est conservé pour servir de noyau dans les opérations subséquentes. A cette époque, le produit de la granulation est introduit dans le lissoir pour y gagner de la densité et du poli. Le lissage de la poudre de mine se pratique sur 200 kil. de grains, et dans la deuxième tonne il dure quatre heures. 60 grains versés dans un tube de verre divisé indiquent, par leur volume, si la densité est suffisante. La poudre est ensuite séchée, époussetée et embarillée à la manière ordinaire.

Les morceaux irréguliers, les *galles* et les grains trop gros sont soumis dans le grenoir à l'action du tourteau, et il en résulte une nouvelle quantité de noyau.

Poudre ronde, procédé de Berne.—La composition de cette poudre consiste en 76 de salpêtre, 14 de charbon et 10 de soufre.

Le charbon en est très-bon. Il se prépare dans de petites chaudières munies de couvercles lutés sur elles avec de la glaise, afin d'éviter le contact de l'air.

Le battage s'en fait avec des martinets et la granulation s'en effectue au crible de noisetier, au moyen d'un tourteau que l'on conduit à la main par un bouton placé au centre de sa partie supérieure.

Ces cribles sont tissés avec des linéaments de la seconde écorce de noisetier. Les interstices de ce tissu ne sont point déformés par l'humidité, et ils ne se pourrissent point comme la peau de nos cribles.

Les grains subissent ensuite au tamis un premier époussetage, après quoi ils sont arrondis par la machine à bobines.

Machine à bobines pour arrondir la poudre.—Un sac cylindrique en futaine est cloué, par le pourtour de son ouverture, aux bords d'une bobine. Un petit entonnoir de la même étoffe est fixé à une ouverture pratiquée sur le sac et à l'une de ses extrémités; c'est par cet entonnoir que s'introduit la poudre; le diamètre de ce sac

[redacted]

épasse d'un bon tiers celui de la bobine. Le sac étant à peu près empli de poudre, on enfile sa bobine sur un axe horizontal; un re vertical entraîne dans son mouvement de rotation, et l'axe de a bobine, et la bobine elle-même, et le sac de poudre; trois bobines sont ainsi mises en mouvement. Dans ce mouvement les acs de poudre rencontrent de distance en distance des rayons cylindriques qui reposent par le plat sur une table circulaire que parcourent les sacs; ils en reçoivent un choc qui comprime la oudre qu'ils renferment. Par la résistance que ces rayons opposent à la marche des sacs, qu'un homme doit pouvoir suivre au as ordinaire, les grains reçoivent un frottement et un mouvement de rotation qui les arrondit parfaitement en une demi-eure.

Poudre arrondie à la main.—On peut d'ailleurs façonner à la main e la poudre ronde sans la grener préalablement. La galette étant duite en poussier au sortir du mortier, au moyen d'un tamis, n l'introduit dans un sac. Le sac dont on se sert pour cette fabrication ne doit pas contenir plus de 15 livres (7 kilogr. et demi) de atière, ni moins de 1 kilogr. et demi. On appuie les mains dessus et on les fait tourner dans le même sens pendant une heure u plus, en abaissant la ligature à mesure qu'il devient flasque, t le plus près possible de la matière, sans la tasser. Il ne reste lus ensuite qu'à épousseter la poudre, à l'égaliser, à la lisser et la sécher.

Caractères d'une bonne poudre.—Elle doit être vive, ce que l'on onstate en la faisant détoner sur un papier, auquel elle ne doit as mettre le feu, et sur lequel elle ne doit pas laisser de traces 'épaisseur appréciable. Elle doit être suffisamment résistante our pouvoir supporter le transport sans s'égrener; on s'en assure n la comprimant entre le pouce de la main droite et la paume le la main gauche; si elle n'est pas écrasée dans cette épreuve, a résistance est suffisante. Enfin, pour constater qu'elle est bien poussetée, on en fait glisser sur le dos de la main, qu'elle ne doit pas salir.

II.—CAPSULES ET AMORCES FULMINANTES.

PRÉPARATION ET CHARGE DES AMORCES.

On appelle ainsi des alvéoles en cuivre qui renferment un mélange détonant (le fulminate de mercure mitigé par du salpêtre). Les alvéoles en cuivre affectent différentes formes; il y a deux

formes prédominantes : celle qu'affecte l'amorce dite *amor* *guerre,* et celle qu'affecte l'amorce dite *amorce de chasse*[1].

L'amorce de guerre est de forme tronc-conique avec rel emboutie de manière à présenter six fentes suivant les géné ces du tronc de cône, ces fentes s'étendant jusqu'aux deux de la hauteur à partir de l'ouverture.

L'amorce de chasse est de forme tronc-conique également, sans rebord, et n'est généralement fendue que suivant q génératrices. Ces fentes sont ménagées pour que l'alvéole sente à la violence de l'explosion le moins de résistance pos Dans le cas où l'alvéole n'est pas fendue, il arrive fréquem que le cuivre dont elle est formée se déchire, ce qui peut c des accidents.

De petites machines-outils, spécialement destinées à la fal tion des capsules, permettent aujourd'hui de fabriquer en heures 100,000 capsules de chasse et 400,000 capsules de gu et cela avec deux machines seulement.

Quand les alvéoles sont fabriquées, on les porte à la charge lier séparé, où le travail consiste à y introduire le mélange déto

Le mélange détonant, formé de 800 grammes de fulmina mercure, contenant encore 20 pour 100 d'eau et 400 gramm salpêtre, a été fait d'avance sur une table de marbre, et ave molette en bois dur, puis séché et passé au tamis. Ce mélan introduit dans une trémie en cuir qui porte à sa base, et en j position l'une sur l'autre, trois plaques de laiton percées cha de cinquante-deux trous. La plaque intermédiaire est mobi son jeu permet l'introduction dans chaque alvéole de la qu convenable de poudre fulminante.

La poudre, pour se maintenir au fond des alvéoles, doit une pression qui ne s'élève pas à moins de 200 kilogr. pa sule. Pour opérer cette pression, on se sert d'une plaque m que percée de cinquante-deux trous, disposés comme ce l'appareil précédent. Chacun de ces trous reçoit un poinç acier pouvant entrer dans chaque capsule. On introduit tou poinçons dans les amorces, et on fait passer le tout sous la p qui présente la forme d'une sorte de laminoir. On enlève en les capsules de la main, on en introduit d'autres pour remp ces dernières, et on recommence une nouvelle opération.

[1] Nous devons à l'obligeance de M. Gaupillat les détails que renfer paragraphe sur la fabrication des capsules.

PRÉPARATION DU FULMINATE DE MERCURE.

btient en faisant réagir le nitrate de mercure avec excès
ıur de l'alcool très-concentré.
ıt dissoudre dans un matras 300 grammes de mercure
itres d'acide nitrique à 40° du pèse-acide de Baumé, et
duit cette dissolution dans une cornue en verre de la
de 50 litres, et qui contient d'avance 3 litres d'alcool
)0 à l'alcoomètre de Gay-Lussac. La réaction a lieu
aussitôt; il y a effervescence; la température s'élève, et
eurs rutilantes se dégagent. On apaise l'effervescence
:•,75 d'alcool à 90°, et on laisse continuer l'opération. Au
quelque temps, les réactions ont eu lieu, et le fulminate de
: est déposé au fond de la cornue, d'où on peut l'extraire
rant la cornue et la renversant.
cette opération, une partie du mercure se trouve en-
l'état métallique avec les vapeurs d'éther azotique. Ces
oduits sont recueillis dans une sorte d'appareil de Woolf,
é de touries placées à la suite les unes des autres et
niquant entre elles au moyen de tubes de verre ou de
eau mère du fulminate de mercure contient toujours un
ce sel en dissolution, de l'alcool, de l'éther nitrique et
ılate de mercure. Ce dernier produit, dont on peut con-
a présence dans chaque opération, doit être, autant que
, éloigné. Il se forme surtout au moment où les vapeurs
es paraissent. Aussi est-il intéressant d'arrêter ces
, comme nous l'avons vu plus haut, soit avec de l'alcool,
c l'éther nitrique condensé dans les touries de l'appareil
ılf.
à remarquer qu'en laissant se produire les vapeurs ni-
, et en maintenant la température pendant les réactions,
endrait, au lieu de fulminate de mercure, un mélange de
ıte, d'oxalate et d'acétate de mercure.
les proportions suivantes, il est inutile de modérer la
ı, qui a lieu presque sans vapeurs rutilantes :

Acide azotique à 36° Baumé...	5 kil. 500
Mercure	0 — 500
Alcool à 85°..................	5 lit. 500

ercure volatilisé se retrouve dans les touries de condensa-
ı le distille pour de nouvelles opérations; l'éther azotique

est saturé avec un carbonate quelconque, et distillé pour reproduire de l'alcool, dont on se sert à nouveau.

III.—SALPÊTRE.

Le salpêtre, nitre des pharmaciens, azotate de potasse des chimistes, est un produit naturel dans certains pays. Dans l'Inde, par exemple, il vient affleurer à la surface du sol; on le recueille avec de longs balais en houssine, d'où le nom de *salpêtre de houssage*.

Nous le voyons se former spontanément sur les vieux murs, dans les endroits bas et humides, au contact des matières organiques.

Cette fabrication naturelle du salpêtre a été étudiée par les chimistes, qui ont su réunir les circonstances les plus propres à la formation de ce sel, et ont ainsi créé les nitrières artificielles. A mesure que la science marche, les causes de la production des acides oxygénés de l'azote sont mieux connues, et le temps approche où l'industrie saura produire le salpêtre avec ses éléments, l'azote et l'oxygène, empruntés à l'air atmosphérique. En attendant, on met à contribution, pour le service de la guerre, les dépôts naturels de nitrate de soude pour préparer le nitrate de potasse par un double échange.

Nous parlerons seulement ici, et de l'extraction du salpêtre des matériaux de construction où il s'est formé naturellement, et des nitrières artificielles.

EXTRACTION DU SALPÊTRE.

Lorsque les matériaux salpêtrés, quelle que soit leur provenance, sont à l'état d'une terre ameublie, on les place dans des tonneaux défoncés par le haut et reposant par le fond qui leur reste sur un chantier. On leur ajoute la moitié de leur volume d'eau. Après neuf à dix heures de séjour, on tire à clair la dissolution de salpêtre, à laquelle on donne le nom d'*eaux faibles* (un morceau de natte ou un bouchon de paille placé devant l'orifice d'écoulement retient les matières insolubles). Ces *eaux faibles* sont versées sur de nouveaux matériaux et deviennent ainsi *eaux fortes*; celles-ci sont transformées, par le même procédé, en *eaux de cuite*, qui doivent marquer 10 à 12 degrés au pèse-nitre.

On procède ensuite à ce qu'on appelle assez improprement la *saturation* des eaux de cuite. L'on trouve dans ces eaux du salpêtre, de l'azotate de chaux, de l'azotate de magnésie, des chlo-

[redacted]

rures de sodium, de potassium, de calcium et de magnésium. Par l'addition du carbonate de potasse, les azotates de chaux et de magnésie sont décomposés, et les chlorures de calcium et de magnésium le sont aussi ; c'est ce qu'expriment les formules

$$AzO^5,CaO+CO^2,KO=AzO^5,KO+CO^2,CaO$$

pour l'azotate de chaux, et

$$ClCa+CO^2,KO=ClK+CO^2,CaO$$

pour le chlorure de calcium.

En définitive, dans cette réaction du carbonate de potasse, il se précipite des carbonates de chaux et de magnésie, et il ne reste plus dans la liqueur que de l'azotate de potasse, des chlorures de sodium et de potassium, et des bicarbonates de chaux et de magnésie. Je fais ici abstraction du plâtre (sulfate de chaux), parce que le sulfate de chaux est peu soluble.

En mêlant des cendres aux matériaux salpêtrés, on économise le carbonate de potasse.

Après ces épurations, les eaux de cuite sont portées à l'ébullition dans de grandes chaudières. Des *boues* ne tardent pas à s'y former ; elles résultent en grande partie des bicarbonates de chaux et de magnésie qui, étant réduits par la chaleur à l'état de simples carbonates, deviennent insolubles ; ces boues sont reçues dans un chaudron placé au fond de la chaudière, puis enlevées. La chaudière a pour fond deux plans inclinés, égaux et symétriques, dont la rencontre forme rigole.

On clarifie ensuite les eaux de cuite au sang de bœuf, dont l'albumine, en se coagulant par la chaleur de l'ébullition, saisit entre ses parties les matières qui restaient en suspension dans la liqueur : elles montent ensuite en écumes, on les enlève, et les eaux de cuite sont clarifiées.

On active le feu pour déterminer une abondante évaporation, et les sels se précipitent dans l'ordre de leur moindre solubilité à chaud, c'est-à-dire le chlorure de sodium le premier, ensuite le chlorure de potassium ; on les enlève avec des écumoires, puis au moment où le salpêtre commencerait lui-même à se précipiter, ce que les ouvriers reconnaissent lorsqu'une goutte de la liqueur se fige en la mettant sur un corps froid, la liqueur est mise à refroidir dans de grandes capacités en cuivre, nommées *cristallisoirs*. Elle marque, au moment de sa sortie de la chaudière, 45 degrés au pèse-sel. On agite le liquide dans le cristallisoir pour hâter son refroidissement, et surtout pour obtenir le nitre en petits cristaux aiguillés ; il se prête mieux, dans cet état de di-

vision aux opérations du raffinage. C'est ainsi que s'obtient
pêtre de première cristallisation, appelé dans les arts *salp*
première cuite.

Dans certains départements, l'industrie du salpêtre est
mais à Paris et dans plusieurs autres lieux, le salpêtre n
être exploité que par des salpêtriers patentés, et raffiné qu
les ateliers de l'État.

Les matériaux des nitrières artificielles sont traités de la
manière.

Les nitrières artificielles sont ou à ciel ouvert ou couv
dans les premières, le mélange peut être mis en tas con
disposés en quinconce, ou en massifs prismatiques triangu
dont une des faces inclinée, sillonnée par des rigoles transve
recueille l'eau des pluies qui entretient l'humidité dans la r
au besoin, des urines ou des eaux de fumier sont versées da
rigoles ; le salpêtre vient affleurer sur la face la moins acc
à la pluie.

Les nitrières couvertes ont leurs ouvertures dirigées v
sud, afin que la chaleur vienne favoriser la nitrification ; c
les *nitrières-bergeries* de l'Appenzell et les *cabanes nitrières*
Suède. Les matériaux y sont arrosés de temps à autre av
urines ou des eaux de fumier ; dans toutes, le mélange est
de temps en temps pour y favoriser l'accès de l'air. Les mat
salpêtrés en sont retirés au bout de deux ou trois ans pou
traités comme précédemment.

RAFFINAGE DU SALPÊTRE.

Ce procédé est fondé sur ce que, à la température ordinai
chlorures de potassium et de sodium sont plus solubles
salpêtre. L'on place ensemble des poids égaux d'eau et de
tre de première cuite ; on chauffe, et la dissolution étant
tuée, on clarifie, puis on porte la liqueur au cristallisoi
par le refroidissement, se précipite le salpêtre de deuxième

Aujourd'hui, l'on a modifié ce traitement en mettant d
chaudière 600 litres d'eau et 1,200 kilogrammes de salpêt
chaleur ayant déterminé la dissolution, on ajoute peu à p
salpêtre, jusqu'à ce que la totalité de celui-ci ait atteint le c
de 3,000 kilogrammes, et l'on agite constamment ; il s'élè
écumes que l'on enlève. L'eau bouillante de la chaudière
pour dissoudre tout le salpêtre pur contenu dans les 3,000
grammes, mais non tout le chlorure de sodium et autres sels

s qui font partie du salpêtre brut ; ils restent donc au fond la chaudière. Au moment de clarifier, on ajoute peu à peu litres d'eau, on verse ensuite 1 kilogramme de colle en solu-ı aqueuse, et on la mêle à la dissolution en ayant soin de ne soulever le résidu salin du fond de la chaudière. Les écumes forment, on les enlève, et l'on porte au cristallisoir la liqueur aircie ; là se précipite le *salpêtre de deuxième cuite.*

.'on met dans une chaudière 300 parties de salpêtre de seconde te et 100 parties d'eau ; l'on détermine l'ébullition, on clarifie l'on porte au cristallisoir. Par le refroidissement se précipite le *pêtre de troisième cuite;* ordinairement il est pur, ou du moins près de l'état de pureté, qu'il convient à la fabrication de la illeure poudre.

Lavages.—On peut, quand on est pressé, remplacer la troisième te par des lavages effectués dans des maies à double fond ; le ıd intérieur est percé de petits trous coniques, le salpêtre y est ımulé en petits cristaux jusqu'à déborder de 15 centimètres averture supérieure de la maie. Le premier lavage s'effectue ec de l'eau saturée de nitre pur, représentant les 15 centièmes du re à laver ; on l'y verse avec un arrosoir muni de sa pomme. laisse cette eau au contact du nitre pendant quelques heures, rès quoi on la retire. On effectue un second lavage avec de l'eau linaire, et après deux heures de contact, on retire celle-ci, au de ce deuxième lavage est conservée pour commencer le rage d'une nouvelle quantité de nitre. On peut faire tous les rages à l'eau ordinaire, dont on emploie 15 centièmes au pre-er lavage, autant au second, et seulement 6 centièmes au troi-me : la dernière eau et le dernier tiers de la seconde sont servés pour commencer une opération ultérieure.

Le salpêtre est ensuite desséché dans des caisses qui sont pla-:s sur la portion horizontale de la cheminée du fourneau vaporation.

C. COLLIN.

SAVONS

Les savons se divisent en deux classes : ceux solubles dans l'eau, à base de soude de potasse; ceux insolubles, tels que ceux de chaux, d'oxyde de plomb, etc. Les seuls usités au blanchiment et à la toilette sont ceux à base de soude et de potasse ; les autres n'ont d'application qu'aux besoins d'industries particulières ou de la médecine.

L'emploi de la soude caractérise généralement la fabrication des savons durs, et la potasse celle des savons mous (ou gras).

Tous les corps gras peuvent être saponifiés par la soude et la potasse ; les suifs de mouton, de bœuf, de chèvre, les graisses de cheval, de porc (saindoux ou flambard), celles d'os ou de cuisine, et les huiles de suif, de graisses ou de poisson, ont le premier rang ; et il est à noter que ceux d'entre ces corps dont l'état, par une cause quelconque, est plus voisin de la fermentation, sont les plus faciles à saponifier.

Après les corps gras animaux viennent les huiles végétales, divisées en deux catégories, suivant leur richesse en principes solides ; car, pour obtenir du savon solide, il ne suffit pas seulement que la soude en forme la base, il est de toute nécessité que le corps gras employé présente la constitution nécessaire pour compléter ce résultat.

Les premières et les plus avantageuses à ce point de vue sont les huiles d'olive, d'arachide, de sésame, de lentisque, d'illipée, de palme et de coco.

Voici maintenant la description du mode de fabrication de chaque espèce de savons, en suivant l'ordre de classification des corps gras, et commençant par les *savons solides à base de soude*.

Nous prendrons pour type de ce genre les savons de toilette dont la fabrication a atteint en France un haut degré de perfection.

I. SAVONS SOLIDES.

SAVONS DE TOILETTE.

Les suifs de mouton, de bœuf, de chèvre, les graisses de porc (dites *saindoux* ou *flambards*, provenant des cuissons de viande

[redacted]

charcutiers) sont généralement appliqués seulement à la con-
ion des savons de toilette, en raison de l'élévation de leur
:, et les mélanges qui peuvent se former entre eux constituent
es les sortes variées demandées par les besoins de la consom-
ion; le nom, l'étiquette et le parfum font seuls la différence.
a saponification se fait le plus souvent à chaud, quelquefois
avon est préparé à froid.

avons à chaud. — L'opération se suit pour tous de la même
nière; et les règles d'un bon travail raisonné, basé sur les
cédés de cuisson à chaud sur lessives, sont inséparables de
onne qualité et de la conservation des produits; en outre, le
rite du fabricant se constate également dans l'union bien en-
due de certains corps gras, de manière à compenser la dureté
produits que donnent plusieurs d'entre eux, par la douceur
la mollesse de quelques autres. Ainsi, le suif de rognons de
outon, allié par moitié à l'axonge bien blanc et bien frais, donne
produit d'une blancheur éclatante et d'une consistance conve-
ble, éminemment propre à la confection des beaux savons de
ilette prêts à recevoir les parfums les plus fins.

Le suif de rognons de bœuf, allié au flambard, donne un pro-
uit d'un blanc jaunâtre propre à la confection des savons fins de
ilette qui doivent être colorés, et dans ce cas même, l'huile de
alme peut être ajoutée à l'état naturel, si le savon doit être jaune,
u, décolorée, s'il doit être d'une couleur claire.

L'huile de coco, introduite également en très-petite proportion
ans ces sortes, peut parfaitement s'y allier et produire un bon
ffet *en allongeant*, en raison de l'humidité qu'elle retient, *les
molécules* de la pâte; mais, par cela même, la quantité doit en être
rès-limitée, car alors elle y apporterait les inconvénients inhé-
ents à sa nature.

La fabrication de ces espèces de savon, que l'on peut classer en
remière ligne, en raison des soins et du savoir qu'elle nécessite,
e fait dans des chaudières en fer de forme conique, ayant pour
ut de porter la pâte du savon sur un volume de liquide moins
onsidérable, et de présenter moins de surface de chauffe; elles
ont munies au bas d'un robinet en fer (ou *épine*), sous lequel se
ouve un réservoir en fer propre à recevoir les lessives que l'on
oule.

La lessive dont on a besoin est préparée à l'avance et provient
une solution à chaud de sel de soude à 80° environ de Des-
cHilles, obtenue de prime abord à 12°, puis caustifiée avec

40 pour 100 du poids du sel, de chaux vive bien cuite et soigneusement éteinte ; la solution est ensuite tirée à clair et évaporée jusqu'à 22° à chaud.

La quantité de sel nécessaire doit être, dans ce cas, du quart environ du poids du corps gras.

Le corps gras, tel qu'on l'a choisi, est chargé dans la chaudière avec moitié de son poids de lessive neuve bien blanche, bien caustique, réduite à 10°.

Dès que l'ébullition commence, le mélange monte en écume, et le feu doit être modéré ; on facilite alors l'évaporation en battant la mousse à l'aide d'une large truelle en fer, et on ajoute petit à petit de nouvelle et même lessive, entremêlée parfois de quelques *cornues* (vase en fer à deux poignées de 15 litres environ) d'une lessive un peu plus forte, de manière à remplacer toujours la portion d'eau qui s'évapore, en fournissant en même temps de la soude au fur et à mesure de la saturation par les acides gras. Cette action ne doit au reste, en aucune manière, être hâtée ; et en goûtant de temps à autre du bout de la langue, on apprécie les conditions de la marche et on se rend compte du point où on se trouve.

Les choses marchant régulièrement, l'équilibre de saturation s'établit, et ce point se marque par l'épaississement du mélange ; dans cet état, la saponification marche avec beaucoup de promptitude, et l'on ne risque plus rien en fournissant de la lessive deux fois plus forte, car elle est presque immédiatement saturée ; le travail se continue de cette manière jusqu'au moment où la pâte, en se formant, devient tellement épaisse que la vapeur ne sort plus que difficilement, et qu'elle soulève en sortant des gouttes de savon bouillant dont il faut se garer avec soin. Ce point de l'opération se nomme *empâtage ;* à ce moment, il est nécessaire de modérer le feu, pour éviter le jaillissement continuel de la pâte. Le mélange avec la lessive est alors intime, et il est nécessaire de gratter le fond de la chaudière avec un ringard en fer à palette, la consistance de la masse est alors celle de la colle de peau, mais elle ne prend encore aucune solidité par le refroidissement ; la base n'ayant pas encore eu toute son action, il faut la compléter et fournir au liquide une densité telle que le savon qui en résulte puisse *s'enlever* sur le liquide et surnager.

A cet effet, l'on se sert des lessives d'une précédente opération (dites de *recuit*), sorties de dessous le savon après la cuisson, et que l'on a mises de côté sur un marc de chaux neuve pour les clari-

tier et les caustifier; elles marquent environ 20 à 23° et sont plus riches en chlorure de sodium qu'en alcali caustique; elles sont alors jetées, par arrosage, sur la pâte et entremêlées en même temps de plusieurs cornues de lessive forte neuve à 25 degrés.

Après quelque temps d'ébullition, le savon commence à se former, la pâte *s'allonge*, devient peu à peu consistante, la glycérine est isolée, et dès que l'alcali prédomine sensiblement, et que la densité du liquide atteint 12 à 13 degrés, la masse s'enlève et nage à la surface, ce dont on s'aperçoit en voyant la pâte *s'ouvrir* et le liquide passer à travers. Dans cet état, l'on pousse l'ébullition pour *serrer* le savon et le rapprocher du point où se forme le grain, ce qui s'obtient par l'évaporation du liquide, car la lessive devenant plus dense par ce moyen, et en même temps plus *mordante*, force les molécules de la pâte à se serrer les unes contre les autres et à s'agglomérer; ce point est indiqué par une légère mousse qui se forme en raison de la dissolution de quelques portions de la pâte au contact des lessives bouillantes.

Dès ce moment, la saponification est faite, le *relargage* est à son point, les acides gras sont combinés à l'alcali et le savon se trouve séparé de la lessive qui retient la glycérine. On arrête à ce point, on retire le feu, et on laisse reposer pendant plusieurs heures. On procède ensuite au *soutirage* des lessives que l'on remonte bouillantes pour les placer à part (comme il a été dit).

On remet alors sur le savon un nouveau *service* de lessive neuve, blanche, bien caustique, coupée à 13 degrés environ, et en assez grande quantité pour porter convenablement la masse, puis le feu est ranimé, et, dès les premiers instants d'ébullition, une mousse abondante qui se produit annonce que l'opération du *grenage* commence.

A mesure que les lessives augmentent d'intensité par l'ébullition prolongée, elles affinent et dessèchent la pâte et l'amènent à l'état de grains, d'abord très-fins, qui augmentent ensuite, par l'agglomération, jusqu'au volume de gros pois; dans cet état, toute la mousse a disparu, et le savon, en bouillant avec un très-léger feu, exhale une odeur de bonne lessive, qui annonce que son point de cuisson (ou *coction*) est enfin arrivé.

On arrête de nouveau le feu et on laisse déposer quelques heures; on soutire, jusqu'à la dernière goutte, les lessives dont la quantité s'est sensiblement réduite, et on les remonte de suite, comme les précédentes, pour les conserver claires et caus-

tiques, et les faire servir au relargage de la cuite suivante, comme il a été indiqué précédemment; elles doivent peser, à ce moment, 22 à 24 degrés environ, et peuvent, pour servir à ce travail, être mélangées, à une portion de celles obtenues après le relargage, afin de les réduire à 18 degrés.

Le savon, à ce point, présente une masse grenue, sans cohésion, dure au toucher, chargée d'alcali et peu soluble. Pour le rendre convenable à l'usage, il est nécessaire d'étendre ses molécules, de les rendre liantes et adhérentes les unes aux autres, en le privant en même temps de tout excès d'alcali nuisible à l'emploi. C'est ce qu'on appelle le *réglage*.

Cette opération peut se faire de deux manières :

La première, la plus usitée pour les beaux savons de toilette, consiste à délayer le grain du savon dans un peu d'eau douce mélangée d'un vingtième de lessive de recuit provenant du relargage, de manière à l'étendre sans qu'il cesse encore de surnager; puis, lorsque tous les grains sont bien aplatis et purgés de l'excès d'alcali qu'ils retiennent, d'affaiblir encore la pâte avec très-peu d'eau, jusqu'à ce qu'elle paraisse s'attacher au fond de la chaudière, puis alors d'y ajouter 15 à 16 litres de lessive de recuit à 12 degrés pour dégager convenablement l'adhérence qui commence à se former, et chauffer ensuite légèrement jusqu'au point où la pâte épaissie surnage de nouveau la lessive; il convient alors d'arrêter le feu, de laisser reposer quelques heures, et de soutirer encore une fois ces lessives, qui ne pèsent guère que 12 à 13 degrés, et qui doivent être évaporées dans une chaudière à part.

Ensuite il faut verser sur la pâte de petites eaux alcalines bien blanches, à 3 ou 4 degrés, et chauffer doucement en fournissant peu à peu l'eau nécessaire pour allonger le mélange, de manière qu'il devienne à l'état d'une gelée transparente, épaisse, sans viscosité, mais liée et lisse par le refroidissement, sans adhérence au fond de la chaudière, *bien que très-près de s'attacher*. C'est le point juste qu'il faut saisir, et auquel il convient de retirer le feu; on couvre la chaudière d'un couvercle et on l'enveloppe d'un tapis, de manière que l'air ne puisse pénétrer, car le refroidissement subit gênerait indubitablement le travail de l'épuration qui se fait spontanément pendant un repos de 15 à 20 heures, de la manière suivante :

La portion chargée d'eau, d'alcali ou de sels neutres, se précipite tout naturellement par l'effet de sa densité en entraînant

les impuretés lourdes, puis ensuite les mousses *sulfureuses* et les ordures légères viennent se réunir à la surface, de sorte que le milieu est la partie la plus pure et présente un savon en parfait état, *liquide et privé de tout excès d'alcali et d'eau*; mais il est nécessaire, pour l'obtenir, d'enlever, à l'aide d'une écumoire, toute la portion de dessus reconnue impure, que l'on met à part dans un tonneau, et, lorsqu'on est parvenu au bon savon, de le prendre avec beaucoup de soin en y plongeant légèrement un *pot* (vase de fer ajusté à un manche de bois), et de n'enlever que la partie claire et transparente pour la porter dans les *mises;* dès qu'ensuite la pâte devient trouble, plus noire et plus liquide, il convient de s'arrêter, car on est arrivé à la partie grasse (dite *nègre*), qui se compose des principes étrangers et fusibles des corps gras que le peu de densité de la lessive ne peut soutenir.

Ce mode de terminer se nomme *lever le savon sur nègres;* il est le moins économique, parce qu'il oblige à ne tirer d'une cuite que les 6/10 et qu'il faut refondre à part ce qu'il en reste pour en tirer d'autres sortes plus ordinaires. Mais, aux yeux de plusieurs fabricants, il passe pour donner des produits plus blancs, plus transparents, d'une texture plus fine et plus homogène; seulement il ne peut s'appliquer qu'aux bons savons de toilette, dont le prix élevé permet cet écart.

Un demi-kilogr. de lessive à 36°, qui sature 1 kilog. de corps gras et donne 1,5 kilog. de bon savon, absorbe, pour sa confection, 240 gr. de sel de soude du commerce à 80 degrés Descroizilles.

La seconde manière de purger le savon diffère peu de la première, car le premier réglage se fait tout à fait dans les mêmes termes; mais après que les lessives ont été soutirées, on ajoute de nouveau de petites lessives de recuit blanches, limpides et caustiques à 6 degrés, que l'on additionne d'une solution claire de sel (chlorure de sodium) assez forte pour élever le tout à 8 degrés, et l'on étend, à l'aide d'une faible ébullition, la pâte du savon jusqu'à ce qu'elle arrive au point où, surnageant faiblement la lessive, ses particules sont *allongées, brillantes et presque transparentes*, se détachant du doigt en une petite pellicule (*coquille*) fine, lisse, consistante et peu alcaline; on ne laisse alors que peu de feu juste au milieu du foyer, et après quelques instants d'évaporation, le savon devient un peu plus épais et se roule sur lui-même; c'est là le point choisi pour arrêter; on retire alors le feu et, après quelques instants de refroidissement, on couvre la chau-

dière avec le plus grand soin pour que l'épuration se fasse comme il a été dit précédemment.

La pâte, après un repos de 16 à 20 heures, se trouve divisée en trois parties : on enlève d'abord les mousses et impuretés légères, puis ensuite la pâte du savon dans son état de pureté, et on arrive ainsi à 8 ou 10 centimètres de la lessive ; on trouve alors la partie grasse et noirâtre qui forme la troisième partie, que l'on désigne par le nom de *culot des nègres.*

La quantité de bon savon obtenu de premier jet par ce moyen, est plus considérable que par le premier procédé, parce que la pâte est mieux séparée de la lessive et que la partie des nègres est plus resserrée ; quant à la différence qui en résulte pour le savon en lui-même, elle est selon moi tellement peu sensible à l'aspect, qu'il serait difficile de distinguer les deux produits, surtout après un bon *touillage* [1] conduit jusqu'à demi-refroidissement.

On peut regarder cette description du travail de la saponification sur lessives comme générale pour toutes les espèces de savons solides, confectionnés dans les conditions de qualité *loyale* ; il ne diffère du procédé de Marseille que dans le mode de terminaison.

Savons à froid. — Les corps gras, propres à la confection du savon de toilette par le moyen qui vient d'être décrit, sont aussi susceptibles d'être saponifiés à froid, c'est-à-dire à une température qui ne dépasse pas 60 à 70 degrés.

Ce procédé a pris naissance à la suite des recherches faites sur la composition des corps gras et sur leur capacité de saturation ; il est facile de déterminer la quantité qu'il faut de chacun d'eux pour une quantité de base ; seulement, cette opération, par les soins qu'elle nécessite, ne peut se faire qu'en petite quantité dans des chaudrons, posés sur un petit fourneau à main, que l'on peut retirer à volonté. La lessive dont on se sert est celle de soude, faite comme il a été indiqué pour le savon à chaud, mais évaporée jusqu'à 36 degrés, point précis qui convient ici et qu'il ne

[1] Terme d'atelier. C'est l'opération qui consiste à remuer la pâte lorsqu'elle vient d'être coulée en mises, avec un outil composé d'un petit carré de sapin de 25 centimètres, fixé par une ferrure au bout d'un manche de 4 à 5 pieds de long du même bois.

Ce travail est nécessaire à la beauté des savons unicolores pour éviter les différentes nuances qui résulteraient du refroidissement d'une masse importante abandonnée à elle-même, en même temps qu'il active le refroidissement.

faut dépasser en aucune façon, parce qu'il est celui qui représente les proportions d'alcali et d'eau nécessaires à la bonne saturation.

On prend un poids déterminé de suif de mouton et saindoux, soit un tiers du premier et deux tiers du second, et, après l'avoir fait fondre, tiré à clair et laissé refroidir à 50 ou 60 degrés, on ajoute en trois fois moitié du poids du corps gras, de lessive blanche bien caustique à 36 degrés, telle qu'elle a été faite ci-dessus. A la première addition, le mélange devient laiteux et peu à peu il paraît plus intime ; la chaleur nécessaire doit être entretenue, mais ne jamais dépasser le degré indiqué ; à cet effet, le fourneau est souvent retiré ou remis, pendant toute la durée de l'opération, qui est de 6 à 8 heures. Il est indispensable de remuer constamment en tous sens, avec une large spatule en bois, de manière à faciliter l'action de la base dans toute la masse. A la seconde, la lessive, au bout d'un peu de temps, commence à donner plus de consistance à la graisse, et lorsque la liaison en est devenue bien intime, on ajoute en une troisième fois le reste de la lessive ; bientôt la pâte s'épaissit peu à peu et devient assez compacte pour qu'il soit un peu difficile de la remuer.

On choisit ce moment pour la parfumer et la colorer, et on coule le tout dans un cadre ou *mise* en bois, placé sur un lit de foin et muni d'un couvercle que l'on ferme hermétiquement, puis on l'enveloppe de couvertures et de foin de manière à maintenir la chaleur le plus longtemps possible. Dans cet état et pendant 20 heures de repos, la combinaison s'opère, le refroidissement se fait peu à peu et l'on peut ensuite découper la masse encore tiède, puis la mettre en petits pains que l'on frappe aussitôt à la presse pour les livrer au commerce.

Ce moyen est très-prompt et donne des produits de fort belle apparence, à laquelle toutefois la qualité ne répond pas ; l'équilibre de saturation est bien atteint et la conversion en savon est bien à peu près faite, mais la cuisson manque, et, par cette raison, les molécules grasses n'ont pas été entièrement acidifiées ; ensuite la glycérine n'est pas éliminée, de sorte qu'en vieillissant, au contact de l'air et de la chaleur, les produits se détériorent et rancissent.

SAVONS DE MÉNAGE.

On distingue dans les savons de ménage les savons de graisse animale de fabrication parisienne : tels que le savon marbré à l'instar de Marseille, le savon jaune de suif et résine, le savon dit

activer, par l'ébullition, la cuisson du tout, de même que dans toutes les autres opérations; seulement, il est nécessaire, pour que le grenage soit convenable, de soutirer deux et trois fois successivement les lessives pour les remplacer par d'autres qu'on a épurées, la résine ayant épaissi le liquide et annulé sa causticité. (On lui rend sa limpidité en le repassant bouillant sur de la chaux caustique avant de le rejeter sur le savon.)

C'est lorsque le grain devient ferme, divisé en écailles par le refroidissement, qu'il est à son point; il faut alors procéder au réglage, après avoir soutiré toute la lessive. Pour cela, il est nécessaire de n'employer que des lessives à 8 degrés environ, car la combinaison du savon et de la résine n'étant pas très-stable, il y aurait séparation des deux principes en raison de leur densité si la pâte était trop étendue. On ajoute donc peu à peu la quantité de liquide suffisante pour porter la masse, laquelle empruntant au savon son excès d'alcali, fait remonter le degré à 12 ou 13, point auquel on doit trouver le grain assez aplati pour que, par le refroidissement, la masse présente l'aspect d'une gelée transparente et très-homogène.

C'est alors qu'il faut couvrir la chaudière et l'envelopper pour que l'épuration ait lieu; après 16 à 20 heures de repos, on enlève la pâte de dessus la lessive, comme pour le savon blanc.

Sa composition est la suivante :

Corps gras	51
Résine	12
Soude	13
Eau	24
	100

Un autre procédé, beaucoup plus économique, est également appliqué, en Angleterre, à la confection d'un même produit et le résultat en est assez favorable. Il consiste à placer, dans une chaudière autoclave chauffée à la vapeur par une double enveloppe, du genre de la marmite de Papin et munie au bas d'un robinet en fer, toutes les matières nécessaires fondues et épurées par avance, c'est-à-dire :

100 parties de suif et d'huile de palme.
25 — de belle résine jaune.
110 — de lessive caustique à 25°.

On chauffe jusqu'à la température de 150 degrés et on tient à ce terme jusqu'à la complète combinaison, ce qu[i] quelques heures seulement; le savon peut être alors de sui[te]

[redacted]

·é, coulé dans des carrés de bois de la hauteur d'une brique et mplacé par de nouvelles matières.

Ce moyen expéditif et économique n'est guère applicable qu'à tte sorte de savon; il serait impropre pour toute autre espèce, ırce que le savon manquerait de cette cuisson au contact de ›xcès d'alcali, qui forme le grenage, qui élimine la glycérine sature complétement les corps gras.

SAVON D'ACIDE OLÉIQUE.

Les huiles de suifs et graisses, dites acide oléique, qui termi-ent la série des corps gras du règne animal, sont appliquées aussi la confection du savon de ménage, et le produit qui en résulte ›unit entre tous les conditions les plus exactement semblables celui d'huile d'olive. Cette sorte de savon a remplacé presque ›utes celles qui se produisaient antérieurement en concurrence u savon de Marseille, et il se trouve sur la même ligne que ce ernier dans la faveur des consommateurs.

Sa fabrication se fait suivant les mêmes règles qui ont été dé-rites pour le savon de suif blanc, seulement l'opération de l'em-âtage est beaucoup plus prompte; il est du reste compréhensible ue la matière, étant un *acide* gras, se trouve immédiatement ans les conditions nécessaires pour saturer la *base* alcaline. l est donc nécessaire de commencer l'opération avec des lessives ıeuves, concentrées à 25 degrés, entremêlées de fortes lessives ıe recuit, de manière à fournir promptement à la saturation, et à quilibrer l'action de l'acide et de l'alcali, en formant une masse le liquide capable de supporter la pâte sans trop emplir la chau-lière.

Dès que la base devient prédominante, l'empâtage, qui présen-ait la consistance d'un mortier, commence à s'étendre, le relar-gage s'opère tout seul en continuant à fournir les mêmes lessives ›t en poussant l'ébullition.

Bientôt on voit la pâte s'ouvrir, s'aplatir, se former en savon léjà consistant, et la séparation devient complète lorsque la les-sive, enlevée par le bouillon, vient courir à la surface; on con-inue néanmoins à rendre le savon plus épais à l'aide des mêmes essives et d'une bonne ébullition, et lorsqu'un peu de mousse se résente en divers endroits, on arrête le feu et on laisse reposer lusieurs heures. Au bout de ce temps, on procède à l'*épinage* et 'on remplace les lessives retirées par d'autres neuves bien caus-iques à 15 degrés. Au premier bouillon, la mousse se forme

avec abondance, et, après un certain temps, le grain commence à apparaître; sa coction se poursuit ensuite comme il a été indiqué, seulement il est nécessaire d'*épiner* une seconde et une troisième fois pendant cette opération pour remplacer la lessive, ou pour repasser là même sur un marc de chaux neuve.

Lorsque la coction est terminée, que le savon est ferme au refroidissement, on arrête l'ébullition, on laisse reposer et on retire entièrement la lessive ; il s'agit ensuite de purger la pâte de son excès d'alcali, pour [illegible] plus liante et plus soluble. A cet effet, on l'arrose ave[illegible] net tes lessives claires à bas degrés, en assez grande quantité [illegible] porter la masse, et l'on ranime l'ébullition ; bientôt et peu [illegible] savon s'aplatit, devient flasque et liquide, et lorsqu'on ne voit plus apparence de grains au bouillon, l'on ajoute quelques cornues de lessive forte de recuit pour resserrer la pâte et l'obliger à restituer toute la lessive excédante; on arrête alors de nouveau le feu et l'on *épine*.

Cette opération forme le premier réglage ou *liquidation*, et le second, qui ensuite termine entièrement la cuite, se fait en remplaçant les lessives écoulées par celles que l'on a retirées après le relargage, qui ont été mises à part sur de la chaux neuve pour les purifier et les rendre caustiques, et que l'on réduit avec de l'eau pour les amener à 12 degrés. Dans cet état, elles sont éminemment propres à supporter la masse du savon en raison de leur densité, et à lui enlever encore un peu d'excès d'alcali sans amoindrir sa consistance, enfin à le rendre liant et ductile; après peu de temps d'ébullition, elles atteignent 15 à 16 degrés à chaud; c'est le point où il convient d'arrêter la cuite; l'œil, du reste, juge en même temps si la pâte est liée, brillante et se soulève en nappe sur elle-même. Le feu, en ce moment, doit être retiré. Comme pour toutes les autres opérations, on couvre la chaudière bien soigneusement, et on laisse le travail de l'épuration se faire spontanément.

Ce produit, dans ces conditions, présente une pâte fine, serrée, transparente, qui acquiert, par une exposition de 5 à 6 jours à l'étuve, une excellente consistance par la perte de son humidité; il est éminemment propre au blanchissage, est très-soluble et doué de la propriété de mousser abondamment, sans cesser d'êt[illegible] économique. Il peut être allié à des corps plus solides, capal d'augmenter sa consistance, tels que le suif ou l'huile de pal décolorée, et surtout à cette dernière; il devient alors le ty de ce qu'il est possible de faire de mieux en ce genre, et peu.

remplacer le savon à l'huile d'olive dans tous les usages où il est appliqué, soit au linge, aux tissus ou à la soie.

Sa composition est la suivante :

Corps gras	66
Soude à 100°	13
Eau	21
	100

Il est à constater que ce savon retient moins d'eau que tous les autres, parce que sa matière grasse est moins riche en principes solides et que, pour allonger sa pâte au point de liaison nécessaire, il faut par conséquent moins d'humidité ; aussi la fraude sur ce point est presque impossible, en ce sens que l'apparence du produit en est de suite affectée.

SAVON A L'HUILE D'OLIVE DIT DE MARSEILLE.

Ce produit est le plus anciennement connu, et les règles de sa fabrication ont servi de point de départ pour la confection des savons en général.

Si nous l'avons placé à la suite des autres, c'est afin de ne pas interrompre notre nomenclature des savons de graisse animale.

Sa fabrication ne diffère des précédentes que par certains détails faciles à apprécier.

L'opération doit être commencée avec des lessives faibles de 5 à 6°, si les huiles employées sont très-fraîches, pures et limpides ; dans le cas contraire, et ce qui arrive le plus souvent, si elles sont épaisses et mucilagineuses, ou quelque peu acides, les lessives peuvent être employées à 10 ou 12°. De quelque manière que ce soit, le but est d'arriver à une émulsion qui détermine la formation des acides gras et facilite l'opération de l'empâtage.

Les lessives qui servent à cet effet proviennent des lessivages de soude brute mêlée au tiers de son poids de chaux vive éteinte, et que l'on épuise par des *services* répétés d'eau douce, jusqu'à ce que le dernier ne marque plus aucun degré.

Le travail se poursuit à la suite de l'empâtage par le réglage, à l'aide de lessives de recuit ou salées des cuites précédentes jusqu'à ce que la pâte du savon, arrivée à son point de saturation, commence à se soulever sur la lessive, et dès lors la conduite de la cuite est celle qui est indiquée en détail à la description du savon de graisse marbré sur lessive.

Lorsque le savon est *coulé* dans ses *mises* et découpé à l'aide

de fils placés d'avance dans des rainures disposées a cet effet, les fabricants de Marseille remplacent les lessives écoulées par une eau chargée de sel marin à 10°, en assez grande quantité pour que les briques divisées trempent dans le liquide. Leur but est d'augmenter, par ce moyen, le poids des savons en facilitant en même temps la décoloration de la marbrure extérieure, ce qu'on appelle *faire le manteau*, parce qu'alors toutes les surfaces deviennent blanches, et que la marbrure n'apparaît qu'en tranchant le savon à vif.

La composition normale du savon marbré doit se représenter ainsi :

Corps gras	63 parties	100
Soude brute (évaluée en soude pure)	13 —	
Eau	24 —	

Le savon blanc de Marseille se prépare dans les conditions exactes du savon blanc de toilette et se termine par le second mode de réglage indiqué pour celui-ci, c'est-à-dire que sa pâte est amenée peu à peu à l'état d'une gelée transparente, tout en présentant une légère séparation qui laisse déposer un peu de lessive au fond de la chaudière.

Il est alors divisé en trois couches distinctes dont on ne prend que celle du milieu que l'on coule dans des *mises* plates en pierre. dont le fond, propre et sec, est saupoudré d'une légère couche de plâtre qui empêche la masse d'adhérer et permet d'enlever facilement les tables après qu'on les a découpées suivant les besoins. Le touillage est inutile, parce que le peu de profondeur des *mises* permet un refroidissement instantané qui prévient les nuances d'une cristallisation qui se ferait en masse considérable.

Dans les conditions loyales, la composition de ce produit doit s'établir par :

Corps gras	62 parties	100
Soude brute (ramenée à l'état de soude pure)	11 —	
Eau	27 —	

Le savon à l'huile d'olive pure appartient à l'ancienne fabrication marseillaise. Aujourd'hui, l'on emploie, concurremment avec l'huile d'olive, les huiles d'arachides, de sésame, lentisque, coton. œillette, lin, parce que les fabricants admettent qu'en raison d'une moindre richesse en margarine, ces huiles empêchent l'extrême dureté des savons et facilitent leur solubilité.

SAVON D'HUILE DE PALME.

L'huile de palme brute n'est pas généralement associée a l'huile

[redacted]

›live, à cause de sa trop grande richesse en principes solides, et ssi en raison de sa couleur jaune; mais, décolorée par l'acide romique, elle pourrait être utilisée dans les savons blancs.

E:le a, au reste, ses emplois spéciaux, et la savonnerie pari·nne en fait un grand usage, soit à l'état brut en mélange avec cide oléique ou la résine, pour le savon de teinture de la soie pour le ménage, soit décolorée, concurremment avec l'huile ırachides, pour le blanchiment de la soie et de la laine, de ème que le savon blanc de Marseille, ou bien encore mêlée aux ifs et saindoux pour la confection des savons de toilette.

Le travail est le même pour le savon d'huile de palme seule e pour celui de suif et saindoux; mais, si cette huile se ›uve associée à des corps gras d'autre nature, elle est alors ıitée comme ces corps et suit le mode de travail employé pour x.

SAVON D'HUILE DE COCO.

Le savon d'huile de coco, qui termine la classe des savons soles, forme une sorte éminemment distincte de toutes celles crites. Sa composition est tout simplement une saturation des rps gras, à l'aide d'une solution de sel de soude que l'on ajoute rois reprises, à 15, 20 et 30°; sa combinaison, sous l'influence ıne légère ébullition, s'opère instantanément en raison de la ésence d'une matière mucilagineuse acide qui retient toute la ısive et la sature, et la masse se prend ensuite par le refroidisnent en un corps cristallin blanc, n'ayant aucun caractère de pâte malléable du savon, mais doué comme celle-ci d'un pouir détersif actif et de la propriété de fournir une mousse légère ›s-abondante.

Ainsi fait, ce savon retient dans sa composition 40 parties d'eau nt l'excès s'évapore au contact de l'air sec, et laisse à la surface . produit une efflorescence saline nuisible à son emploi.

Pour obvier à cet inconvénient, on mélange souvent à cette mposition une proportion variable de bon savon fabriqué sur ısive que l'on dissout, au commencement de l'opération, dans ıuile bouillante, et que l'on sature peu à peu avec de petites les-ves jusqu'au point d'une sorte d'empâtage et qu'ensuite on amène ı degré d'alcalinité en continuant l'opération avec des lessives rtes; le travail se termine ensuite par un réglage qui dilate les olécules du savon à l'aide d'une solution liquide de sel marin à ou 7°, dont le mélange s'opère entièrement, et qui a pour effet

de fournir du poids en entretenant à la surface du savon une certaine fraîcheur qui l'empêche de s'effleurir. En Allemagne, on opère sur l'huile de coco pure avec une portion de lessive de potasse mélangée à celle de soude. Ce moyen adoucit la dureté de consistance du savon d'huile de coco et arrête facilement l'efflorescence, c'est une combinaison favorable à l'apparence, mais qui n'ajoute rien à la qualité.

C'est à l'aide de ce genre de travail qu'on a fait une immense variété de pâtes savonneuses qui n'ont jamais été utilisées qu'au lavage du linge, et principalement par la classe pauvre des consommateurs, et aujourd'hui que l'on a reconnu que l'apparence en était trompeuse et qu'en définitive ces savons revenaient à un prix plus élevé que la marchandise pure et loyale, ils ont été presque entièrement bannis de la consommation et ne figurent plus que dans quelques petites localités de province, habitées par une population ouvrière peu aisée.

II. SAVONS MOUS OU GRAS A BASE DE POTASSE.

Tous les corps gras donnent, avec la potasse, des savons mous ou gras, mais l'usage seulement de quelques-uns a été adopté.

Deux seulement sont utilisés en parfumerie dans ces conditions, ce sont d'abord : l'axonge de porc bien blanc, mêlé d'un dixième de suif de mouton, pour la confection des crèmes cosmétiques, et que l'addition d'un peu d'essence d'amande a fait désigner sous le nom de crème d'amandes amères, et ensuite l'huile de palme mêlée d'un peu d'huile d'olive, pour la préparation du savon de Naples.

L'opération de ces deux sortes est la même et se résume ainsi :

Fondre dans une marmite en porcelaine, placée sur un bain de sable chauffé par un fourneau mobile, le corps gras adopté, afin de l'épurer ; le tirer à clair, et, en le remettant sur le feu, lui ajouter moitié de son poids de lessive bien blanche de potasse perlasse caustique à 10°, en ayant soin d'en jeter constamment avec une spatule en bois; puis, après un certain temps de chauffe, lorsque la combinaison de cette portion est opérée, ce qui s'annonce par l'apparence laiteuse du liquide, ajouter un nouveau service de lessive à 15 ou 18°, et, après saturation, un troisième à 25°, alors la pâte devenue consistante, et juste au point d'a[illegible] linité nécessaire à l'usage de la toilette, doit indiquer la ter[illegible] naison de l'opération ; à ce moment, on verse le tout dans un v[illegible] bien propre que l'on couvre hermétiquement et que l'on tient en [illegible]

endroit chaud pour que le refroidissement s'opère lentement; ensuite on reprend par portions cette pâte dans un mortier de marbre et on la bat à l'aide d'un pilon en bois pour lier toutes ses parties et les rendre lisses et nacrées; c'est l'effet que produit cette opération qui se complète par le parfum.

SAVONS VERTS OU GRAS.

Les autres corps gras, appliqués aux savons avec la potasse, servent exclusivement à la confection des savons verts ou gras, que consomment en immenses quantités les départements du Nord, de la Picardie, de la Normandie et de la Bretagne. Ces savons, en raison de la modicité de leur prix et de la facilité de l'emploi, servent au blanchiment des beaux linges de table de la Flandre, au blanchiment et à la teinture des tissus de laine.

Ce sont les huiles de colza, de chènevis, de cameline, additionnées d'un peu de graisse d'os, d'huile de palme et même d'huile de poisson, qui servent à leur fabrication. Leur bas prix à de certaines époques a été la cause de cette préférence, mais aujourd'hui l'accroissement de consommation des huiles pour l'éclairage et la diminution de culture dans quelques localités ayant élevé leur valeur, on a cherché d'autres ressources, et l'acide oléique, en se prêtant à cet emploi, a trouvé, par ce moyen, de nouveaux débouchés.

La préparation du savon vert ou jaune est très-simple; elle s'opère en faisant bouillir dans des chaudières en fer de moyenne capacité, à fond rond, l'huile choisie, additionnée de graisse d'os ou d'huile de palme, avec un premier service de lessive à 10 ou 12°, égal au poids du corps gras. A ce moment, l'ébullition fait monter la masse en écume, et il est nécessaire d'y parer par de l'espace dans la chaudière et une agitation continuelle à l'aide d'une large truelle en fer, sans quoi toute l'huile sortirait du vase, et se répandrait sur le sol.

Lorsque le mélange de la première lessive est opéré, et qu'il n'y a plus de causticité appréciable, à la longue, on ajoute la même quantité d'une autre lessive à 15 ou 18°, et l'on poursuit l'opération dans les mêmes termes; enfin, après saturation, on fournit un troisième service de même importance, à 25°, entremêlé d'un quart de lessive de soude, qui doit amener une complète saturation et l'épaississement de la masse. On fait cuire alors vigoureusement, pour chasser l'excès d'humidité, jusqu'au point de consistance et de transparence convenable, ce qui s'indique

par la pression, avec le doigt, d'une petite portion de pâte coulée sur une plaque de verre qui doit offrir l'apparence d'une gelée épaisse et visqueuse. Dans cet état, on coule toute la masse dans des rafraîchissoirs en bois, où il convient de la remuer longtemps pour lier ses molécules, et, après entier refroidissement, on l'embarille pour la livrer au commerce.

Il est nécessaire, dans l'addition de lessive, à la fin de l'opération, de ne pas dépasser une proportion minime; car ce moyen, s'il ajoute de la fermeté au produit, a l'inconvénient de ternir la transparence de la pâte, et [illegible]t, par cette raison, nuisible aussi à la bonne apparence du sav[illegible] L'huile de coco a trouvé quelque emploi dans ce travail, mais pour servir d'aide à la fraude, car, en raison de ses propriétés absorbantes, elle facilite l'introduction d'une plus grande portion d'humidité, et c'est le consommateur qui se trouve la victime de ce moyen.

La résine s'introduit aussi comme mélange frauduleux, mais elle se dévoile facilement à l'odorat ainsi qu'au toucher, après le rinçage de la partie savonnée.

Au résumé, ce savon à l'état pur peut se formuler ainsi :

Corps gras	55 parties	100
Potasse	10 —	
Eau	35 —	

Il est facile de remarquer par ce qui précède que le produit doit être d'un moindre usage que le savon solide fabriqué sur lessive, puisque, sous le même volume, il contient jusqu'à 35 pour 100 d'eau; ceci explique aussi la différence extrême dans le rendement et la cause qui permet de le livrer au commerce à des prix inférieurs, bien que la matière grasse soit de même valeur que celle du savon solide et que la potasse surpasse le prix de la soude; mais il a l'avantage d'un emploi plus commode que le savon dur, et d'un résultat plus prompt et plus favorable à certaines industries, par la douceur et la souplesse qu'il laisse aux fils de laine, pour lesquels son usage est plus recherché.

Ceci termine la description des diverses sortes de savon ressortant directement de l'emploi des principaux corps gras : le mélange de plusieurs entre eux peut donner lieu à des compositions intermédiaires que l'on peut désigner diversement et établir suivant les nécessités; mais cela ne change en rien les règles de l'opération, et il est indispensable de suivre, pour parvenir à un résultat convenable, les préceptes que nous venons d'indiquer.

A. Legrand.

SEL

EAUX MÈRES DES SALINES

On connait sous les noms vulgaires de *sel commun*, *sel de cuisine*, un composé de chlore et de sodium (Cl Na), à qui la nomenclature chimique assigne dès lors le nom de *chlorure de sodium*, et qui doit à son origine d'être aussi désigné par ceux de *sel marin*, *sel gemme*, noms qui rappellent sa présence, soit dans les eaux de la mer d'où on l'extrait, soit dans certaines couches du sol où on le trouve en masses cristallines, transparentes souvent comme une pierre précieuse. En réfléchissant que le sang des animaux doit son alcalinité au carbonate de soude, et qu'il se développe dans l'estomac de l'acide chlorhydrique, élément du suc gastrique, et réputé nécessaire pour le phénomène de la digestion, on ne peut guère s'empêcher de regarder le sel comme la source primitive de cet acide et de cet alcali, et sa présence comme indispensable à l'économie animale. Mais les aliments que consomment les hommes et les animaux provenant d'un sol originairement recouvert des eaux de la mer, contiennent toujours assez de sel pour suffire aux fonctions de la vie; l'addition artificielle de ce produit aux aliments n'est donc pas une nécessité physiologique. Aussi, quelque universel que soit l'emploi du sel, a-t-on signalé dans l'intérieur du Brésil des peuplades qui n'en connaissent pas l'usage, et quoique son introduction dans la ration des bêtes à cornes soit pour elles une cause évidente de bien-être et de santé, on peut cependant, du moins dans nos pays tempérés, ainsi que M. Boussingault l'a constaté par des expériences directes, supprimer ce sel de leurs rations, sans qu'elles en meurent.

Mais si ces faits tendent à établir que l'addition artificielle du sel aux aliments n'est pas absolument indispensable, d'un autre côté, le choix de ce produit comme marchandise d'échange fait par tant de peuplades sauvages, les longs et périlleux voyages qu'entreprennent en Amérique certaines tribus, dépourvues de sel et qui en connaissent l'usage, dans le but unique d'aller chercher un corps dont elles ne peuvent plus se passer, l'avidité devenue proverbiale avec laquelle les bêtes à cornes se précipitent vers les lieux où l'on en opère la distribution, seul moyen qu'il y ait dans l'Amérique du Sud pour réunir périodiquement aux environs des

habitations ces animaux qu'une libre pâture finirait par ramen à l'état sauvage, tout témoigne que cet emploi du sel est po l'homme et pour quelques-unes des espèces d'animaux dont s'entoure une de ces habitudes invétérées qui sont devenues quelque sorte une seconde nature.

Les études archéologiques faites récemment en Danema rendent très-probable que, dans les temps primitifs, les peuplad de la Scandinavie eurent recours, pour assaisonner leurs aliment à l'emploi du sel extrait des cendres des végétaux qui croisse sur les côtes maritimes s eaux de la mer. L'art d'utilis ces cendres s'est perpét ours, et les soudes naturelles *barilles* de *varech*, emp quelques usages spéciaux, pou raient encore aujourd à l'extraction du sel dont el renferment des quantites ; mais pourtant, sauf quelqu cas particuliers, on n'em comme condiment de nos alimer ou comme matière de la fabric n de plusieurs produits chimiqu que le sel soit extrait du so sous la forme de sel gemme, s amené à sa surface en dissolution dans les eaux des sources salée ou bien celui que fournit l'évaporation spontanée de l'eau d la mer.

I.—SOURCES SALÉES.

Toutes les eaux coulant à la surface de la terre montrent, p les petites quantités de sel qu'elles renferment, que le sol que n habitons a été dans l'origine des choses recouvert par la me mais il y a loin de ces traces de sel aux proportions notables qu' exportent souvent à la surface du sol certaines sources salées, q en contiennent en quantités suffisantes pour qu'on puisse l exploiter avec avantage. Ces eaux des sources salées sont cep dant trop éloignées, le plus souvent, de leur point de saturati pour qu'on ait pu se dispenser de chercher des moyens éco miques de concentration, et l'impossibilité dans les pays montagnes, où ces eaux sourdent le plus souvent, de disposer p leur évaporation spontanée de ces terrains argileux horizont étendus et d'une faible valeur qu'on utilise pour l'exploitati des eaux de la mer, a fait imaginer depuis plusieurs siècles l bâtiments de graduation dont la construction permet d'obte économiquement dans le sens vertical la surface dont on ne p rait disposer dans le sens horizontal.

Bâtiments de graduation.—Ces bâtiments se composent de ha couverts de charpentes en bois de 200 à 300 mètres de longu

[redacted]

d'une largeur de 8 à 10 mètres environ, orientés de manière à que les vents qui règnent dans la localité puissent frapper per-

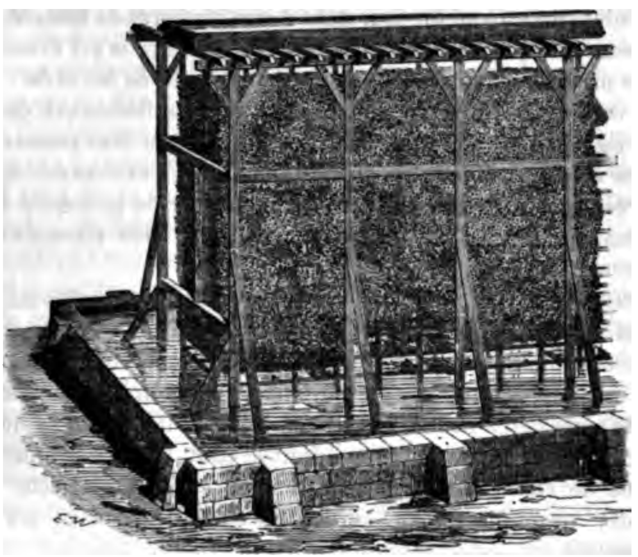


Fig. 497. — Bâtiments de graduation.

pendiculairement tantôt l'une, tantôt l'autre des deux faces latérales. Amenée par des pompes à la partie supérieure du hangar, l'eau salée se déverse dans une rigole en bois qui règne tout le long du grand axe du bâtiment, dont les faces latérales sont entaillées, et dans laquelle peuvent glisser le long de ces faces des planches qu'on peut d'en bas faire mouvoir avec des leviers; ces planches sont munies d'entailles semblables. On conçoit que selon que ces entailles fixes ou mobiles se correspondent sur telle ou telle face de la rigole, l'eau salée peut s'écouler sur l'un ou l'autre des côtés du bâtiment. Elle tombe en filets sur des masses de fagots d'épines superposés jusqu'à une hauteur de 8 à 10 mètres, s'éparpille dans sa chute, et mouillant la surface des épines, elle présente ainsi une grande surface au vent qui frappe perpendiculairement sur les fagots. Dans les temps ordinaires, on évapore environ 10 kil. d'eau par mètre carré de surface couverte de fagots. Une chute est d'ailleurs loin de suffire pour amener l'eau à la densité voulue. On les reprend dès lors des bassins de bois où elles sont rassemblées au bas du bâtiment pour les élever de nouveau et leur faire éprouver de nouvelles chutes, sur d'autres séries de fagots, et quand, dans ces chutes successives au nombre de huit ou dix, elles

ont atteint la densité convenable et qui, selon les localités et l'abondance du combustible varie entre 14° et 20° Baumé, on leur fait subir, au moyen du feu, dans des chaudières de tôle, le complément d'évaporation nécessaire pour produire le sel cristallisé.

Les premiers fagots se chargent de peroxyde de fer et de carbonate de chaux qui ne se sont pas toujours entièrement déposés dans les canaux où circule l'eau; la seconde série se recouvre de sulfate de chaux à deux équivalents d'eau. La quantité de ce corps va croissant et rend necessaire de renouveler de temps en temps les fagots, autour desquels l'air ne pourrait plus circuler d'une manière suffisante.

Bâtiments à cordes.—A Moustiers, en Savoie, on a depuis longtemps substitué aux fagots d'épines des cordes verticales dont la surface est maintenue mouillée par l'eau salée. La corde qui grossit sans cesse en diamètre par le sulfate de chaux qui s'y dépose augmente ainsi peu à peu la surface d'évaporation jusqu'à ce que cet accroissement de diamètre amenant le contact force à enlever le sulfate de chaux; il se brise aisément et on le détache avec facilité. Au moyen de ces cordes, on évite la perte en eau déjà concentrée qui, dans les bâtiments de graduation à épines, accompagne nécessairement sa projection et son éparpillement en gouttelettes que le vent entraîne. C'est la cause qui empêche d'amener les eaux dans ces établissements à l'état de saturation, la perte en eau, saturée à 18° environ, dépassant ce qu'on pourrait gagner en économie de combustible par une évaporation plus avancée. On avait même, à Moustiers, employé les cordes pour y faire cristalliser le sel lui-même; mais on y a renoncé depuis longtemps, et l'évaporation s'y complète dans des chaudières, comme dans les autres salines.

Combustibles.—On emploie pour cet usage des combustibles divers: le bois, la houille, le lignite, la tourbe; mais, quoique le poids du moins riche de tous en puissance calorifique soit toujours plus faible que celui de l'eau qu'il peut évaporer, la facilité avec laquelle on peut exhausser l'eau et la conduire fait que, dans les cas où le combustible et l'eau salée ne sont pas sur une même localité, c'est l'eau qui va chercher le combustible. On voit en Allemagne des salines de ce genre, où le bâtiment de graduation est situé dans une vallée distante de plusieurs lieues de la forêt où se complète l'évaporation.

Schlotage. — Dans beaucoup d'usines, la première ébullition qu'on appelle *schlotage*, se produit dans une chaudière spéciale

[redacted]

ajoute parfois au liquide du sang de bœuf pour faciliter la séation de ce *schlot* avant qu'on introduise les eaux dans la udière dite *poêle,* où l'évaporation doit être continuée. Dès les miers moments, en effet, où l'eau salée est mise en ébullition, ɜ forme un dépôt abondant, désigné sous le nom allemand de *ot.* Ce n'est pas du sulfate de chaux pur, comme celui qui s'est osé sur les épines, mais un sulfate double de soude et de chaux, né sans doute à cause de la plus faible solubilité que présente ıaud le sulfate de soude anhydre, produit d'une double dé- ıposition s'opérant entre le sel marin dont les eaux sont satu- ı et le sulfate de magnésie qu'elles contiennent. On enlève avec ı le *schlot* qui, dédoublé plus tard au moyen de l'eau chaude, dans l'hiver à obtenir du sulfate de soude cristallisé, dit *sel ɔsom de Lorraine.* On mêle souvent ce sulfate à la dose de 15 à pour 100 au sel que l'on donne aux bestiaux. Il se dépose, dant l'évaporation des eaux, de nouvelles quantités de ce *schlot* adhère fortement au fond des chaudières, surtout sur la partie fond qui correspond au foyer. Ce *schlot* donne ainsi une cer- e adhésion au sel qui s'y dépose, et provoque la formation de ltes, un des ennuis de cette fabrication. Il faut, au bout d'un ıbre variable de cuites, selon la nature des eaux, interrompre aporation et détacher à grands coups de pince et de marteau, risque de gâter la chaudière, ces écailles, ou mieux ces croûtes isses dont la mauvaise conductibilité retarde l'évaporation, tribue plus d'une fois à brûler le fond des chaudières et abrége ablement leur durée.

'emploi des bâtiments de graduation tend du reste à dispa- re, par suite des progrès faits dans l'art de forer le sol. Il stait encore en France, il y a une dizaine d'années, un bâtiment ce genre conservé à la saline d'Arc; mais, comme il ne servait s depuis longtemps, il disparaîtra dans peu s'il n'a pas déjà paru. Il en sera bientôt de même de ceux qui fonctionnent ore en Allemagne.

II.—SEL GEMME.

Les sources salées, en effet, doivent leur origine à la com- ınication des eaux pluviales avec des terrains salés, dont l'exis- ıce indique toujours celle de couches régulières et souvent s-puissantes de sel gemme qu'ils recouvrent. On préfère donc jourd'hui atteindre par la voie du forage les couches mêmes de

sel, et, en imitant et perfectionnant ce que fait la nature, obtenir par des moyens artificiels à une petite profondeur au-dessous du sol des eaux presque saturées de sel.

Forage.—Concevons qu'on ait avec un trou de sonde atteint le terrain salifère et placé dans ce trou un tube qui, ne le remplissant qu'en partie, pénètre jusqu'au fond. Si l'on fait couler dans l'intervalle concentrique l'eau d'un ruisseau voisin, elle devra se saturer en formant des cavités d'une dimension croissante dans la masse du sel gemme qu'elle dissout et remonter dans l'intérieur du tube à une hauteur moindre sans doute que la surface du sol, puisque, dans ce système de vases communiquants, les hauteurs des deux liquides sont en raison inverse des densités. Mais on exhausse au moyen d'une pompe cette eau presque entièrement saturée, et on la ramène directement dans les chaudières où doit se compléter l'évaporation. Le degré où l'eau contient le plus de sulfate de chaux (15 à 16°) étant de beaucoup dépassé, ces eaux ne déposent alors que des quantités de *schlot* presque insignifiantes.

Il ne faudrait pas confondre ces puits forés, qui ne pénètrent que dans les terrains salifères récents, avec ceux que l'on exploite en Chine. Ceux-ci, que les Chinois creusent à des profondeurs de 500 ou 600 mètres, avec cet outillage si simple et une persévérance que n'effraye pas le travail de plusieurs années, aboutissent à des couches de sel plus profondes, et au milieu des terrains houillers. Il remonte de ces profondeurs, outre des eaux saturées de sel, des gaz combustibles que les Chinois conduisent dans leurs tuyaux de bambou sous de petites chaudières de fonte, où ils servent de combustible pour évaporer les eaux salées qui proviennent des mêmes couches.

Ces gaz combustibles qui se dégagent en si grande abondance ont une autre origine que le gaz emprisonné dans certaines variétés de sel, à Wieliczka en Pologne, par exemple, désignées sous le nom de *sels décrépitants*, parce que l'eau, en les dissolvant, laisse dégager avec une petite explosion les gaz combustibles qui sont contenus dans un état de grande compression. L'existence de ce sel décrépitant coïncide avec la présence de beaucoup de débris organiques qui ne se trouvent pas dans les couches de sel gemme ordinaire, ce qui montre bien que cette qualité particulière de sel est due à des circonstances toutes spéciales.

Sel en roche.—Dans les localités où l'on peut atteindre facilement la couche de sel gemme, on l'exploite comme un autre minerai, et les masses de ce sel, coloré le plus souvent en rouge, soit par la

[redacted]

résence d'un peu d'oxyde de fer, soit peut-être aussi par la présence d'êtres microscopiques de cette couleur, conservés dans la nasse, peuvent, quand le sel est pur, être livrées directement à la onsommation. Tels sont les sels que l'on exploite à Cordona, à ciel uvert, et qui alimentent la plus grande partie de l'Espagne, et elui des mines si célèbres de Wieliczka, en Pologne. Mais, s'il est es sels gemmes qui ne renferment que du sel marin presque ur, il en est d'autres dans lesquels on trouve de petites cavités leines d'une liqueur où se sont concentrés les produits étrangers u sel, qui se trouvaient mêlés avec lui dans les eaux des mers éologiques qui par leur évaporation ont probablement produit ces nasses de sel gemme; c'est, en effet, l'origine qu'on peut déduire u parallélisme des couches sédimentaires et de l'alternance des lancs de sulfate de chaux et de sel marin. Il faut, dans ce cas, pour endre ce sel utilisable pour le plus grand nombre des usages conomiques, le dissoudre dans l'eau et obtenir par l'évaporation u sel pur en petits cristaux cubiques qu'on appelle *sel raffiné*.

Sel raffiné. — Cette évaporation a lieu ordinairement dans de randes chaudières de tôle, dites *poêles*, chauffées par trois foyers t auxquelles on donne ordinairement, pour la commodité du travail, une longueur de 9 mètres sur une largeur de 6. Cette largeur ermet à l'ébullition de se produire sur toute la surface, et aux ouriers de travailler sur les bords avec de longs ringards. Le sel qui e produit d'abord en petits cristaux à la surface se dépose ensuite ur le fond de la chaudière. Quand il est obtenu pour les usages de a table, ce sel est sous la forme de petits cristaux microscopiques, t désigné sous le nom de sel *fin-fin*. Ce serait là la seule forme ous laquelle on devrait obtenir le sel provenant du sel gemme; ar, par cette ébullition active on obtient, avec une surface de tôle t une quantité de combustibles données, la plus grande quantité e sel possible[1]. Mais la nécessité d'imiter le sel provenant d'une utre origine, et de l'obtenir en assez gros cristaux qui sont

[1] Cette quantité ne dépasse guère 5 kil. d'eau évaporée par kilogramme e houille, quand on opère en chaudières découvertes et à plus forte raison n chaudières exposées en plein air comme à Northwich; mais, dans quelques nines du Wurtemberg, on a pu porter cette quantité à 8,5, en opérant avec es chaudières closes, et à 10,5 en utilisant une partie de la chaleur latente e la vapeur pour l'évaporation d'une nouvelle quantité d'eau. Quelques xploitations de sel en France commencent à introduire ces perfectionnements dont les érorateurs de M. Kessler paraissent devoir rendre l'application plus facile.

nécessaires pour certains usages déterminés, les salaisons par exemple, fait qu'on évapore souvent ces eaux dans des chaudières plus grandes, à une température de 60 à 70°. Ce mode d'opérer exige à la fois plus de temps et plus de combustible, et l'emploi de poêles plus nombreuses, mais il produit du sel sous la forme de grosses trémies, qui se remplissent plus ou moins ensuite peu à peu dans le cours de l'évaporation. Ce sel, dont un hectolitre pèse des poids variables, 70 à 90 kilogrammes, est en cristaux cubiques qui peuvent atteindre jusqu'à un centimètre de côté.

Quand les eaux ne contiennent que du sel marin, comme cela a lieu pour les mines de Dieuze en France, et pour celles qui fournissent, dans les environs de Liverpool, ces masses de sel qui alimentent l'Angleterre et s'exportent en quantités si considérables, on ajoute de la nouvelle eau, et on ne vide que très-rarement la chaudière. Lors, au contraire, que ces eaux contiennent des sulfates et des sels de potasse, comme à Montmorot, à Salins, à Arc dans le département du Jura, on les écoule quand elles marquent 30° environ au pèse-sel, et on continue leur évaporation dans une autre poêle. Elles fournissent jusqu'à 34° du sel marin de moins bonne qualité, et des eaux mères dont le refroidissement peut donner du sulfate double de potasse et de magnésie, ou être soumises à d'autres traitements dont il sera question plus loin pour en extraire, sous la forme de muriate, la potasse qu'elles contiennent.

Le sel obtenu est accumulé dans des chambres de bois, qu'on remplit par le haut à 5 ou 6 mètres de hauteur, pour qu'il s'égoutte; mais il reste toujours cependant imprégné d'eaux mères qui augmentent très-notablement sa déliquescence naturelle, et il serait préférable de l'amener à l'état de pureté par un lavage convenable avec une solution de sel pur. Dans beaucoup d'usines, dans celles de Northwich, près de Liverpool, on fait passer les gaz de la combustion dans de longs canaux sur lesquels on fait dessécher le sel. Parfaitement séchés à l'étuve, ces sels, d'une pureté presque absolue, n'ont que le degré de déliquescence qui correspond au chlorure de sodium, et peuvent dès lors être consommés avec le moins d'inconvénients possibles dans les plus humides parties de l'Amérique où on en fait une si grande importation.

III. — SEL DES EAUX DE LA MER.

Au sel des eaux salées, ou du sel gemme, tend à se substituer de plus en plus le sel extrait de l'eau de la mer. Dans quelques loca-

[redacted]

ès spéciales, on a utilisé quelques moyens particuliers pour traire le sel contenu dans l'eau de la mer; ainsi, dans quelques gions polaires, on a tiré parti du froid pour produire avec l'eau mer de la glace d'eau douce et une eau plus concentrée; ou en, comme on l'a fait dans l'Avrenchin, on a pu ramasser à la rface le sable qui, mouillé d'eau de mer et desséché, doit être êlé de sel solide, et obtenir en lavant ces sels avec l'eau de mer ıne manière méthodique, des eaux assez concentrées pour que ır évaporation pût se compléter par le feu avec avantage. Mais s méthodes, qui doivent être rappelées pour mémoire, ne sont us employées aujourd'hui, et c'est en imitant et en régulaant dans les salines ce qui se passe spontanément quand une que d'eau de mer se dessèche que l'on obtient le sel séparé des tres principes de l'eau de la mer, au moyen d'une évaporation éthodique dont la direction constitue l'art du *saunier*.

Les pays tropicaux, qui sembleraient au premier aspect si pro-es à l'établissement des salines, n'en contiennent cependant que peu importantes; c'est dans les régions chaudes et tempérées l'Europe que sont les principaux établissements de ce genre; s progrès du commerce et la facilité des transports tendent de us en plus à en répandre les produits dans le monde entier.

On appelle *saline* une surface horizontale d'un terrain le moins rméable possible, sur lequel l'eau de la mer peut arriver natullement, ou qui, peu exhaussé au-dessus de son niveau, peut re facilement recouvert de ses eaux.

Concevons deux surfaces égales d'un semblable terrain, l'une couvert d'une couche épaisse d'eau de mer, et, à côté de cette ıque d'eau que nous abandonnerons à elle-même, divisons l'autre ırface par de petites digues ou compartiments, placés sur des veaux un peu différents, de manière à ce que les eaux puissent écouler spontanément de l'un à l'autre; puis, quand la mince uche d'eau dont nous l'aurons recouverte sera presque évapoée, faisons communiquer d'une manière méthodique les parties s plus basses avec celles qui les précèdent immédiatement, isqu'à ce que, pour maintenir tout couvert d'eau, nous soyons bligés de déverser de l'eau de mer sur les surfaces les plus élevées. Nous obtiendrons dans les deux cas des résultats bien différents, uoique l'évaporation absolue puisse avoir été la même. Quand la aison pluvieuse y aura mis une terme, nous trouverons dans la laque beaucoup d'eau de mer concentrée, travail réalisé sans oute, mais encore incomplet, tandis que sur la surface de la sa-

line, nous aurons de l'eau à tous les degrés, et sur une partie de la surface du sel marin recouvert d'eaux mères, c'est-à-dire un travail dont une partie a été complétée et a donné deux produits utilisables, le sel et les eaux mères.

Nous avons en France, pays où ce genre d'industrie est le plus perfectionné, des salines sur les bords de l'Océan et sur ceux de la Méditerranée.

SALINES DE L'OCÉAN.

Les salines de l'Océan sont petites, nombreuses, et leur juxtaposition forme une contrée assez étendue, exploitée par une classe d'ouvriers qu'on appelle *sauniers* et qui se livrent à cette extraction, ou pour leur compte sur leur propre sol, ou sur la saline d'autrui affermée moyennant l'apport d'une partie des produits.

Les surfaces où doit s'opérer l'évaporation des eaux ont été nivelées artificiellement, et les terres transportées aux environs constituent un sol artificiel appelé *bosses*, que leur exhaussement rend plus propres à la culture. La culture de ces *bosses* et l'extraction du sel dans la saison, ainsi que son transport, donnent pendant la plus grande partie de l'année à la famille un travail qui, de jour en jour, devient moins fructueux. Amenée par la marée dans quelques réservoirs, l'eau de la mer coule ensuite de compartiment en compartiment sur les surfaces qui ne reçoivent que de l'eau saturée. L'évaporation de ces eaux donne du sel qui, produit d'abord à la surface de l'eau, se dépose sur le fond, sans y adhérer, sous la forme de cristaux en trémie qui se remplissent et grossissent peu à peu. Au bout de deux ou trois jours, le saunier, avec un râble de bois, ramène les cristaux sur les bords et ramasse ainsi des quantités faibles d'un produit qu'on accumule en petits tas et ensuite en gros tas, que l'on recouvre de tuiles ou de paille pour que le sel puisse s'égoutter et se débarrasser des eaux mères, sans être dissous par l'eau de la pluie. Il est sali par quelques centièmes de terre et porte le nom de *sel gris*. Il est inutile de rappeler ici la nomenclature des divers éléments de ces marais salants, destinés à disparaître dans peu. L'extension des lignes de chemins de fer augmente chaque jour, en effet, le rayon dans lequel les sels des mines de l'Est et ceux du Midi peuvent étendre leurs débouchés, et l'on peut prévoir dans un avenir prochain le moment où l'exploitation salinière de l'Ouest, morcelée et livrée par cela même à la routine, pour qui l'emploi du pèse-sel est pr

[redacted]

ıe inconnu et dans laquelle on ne peut guère tirer parti des eaux ères par suite de cette extrême division, disparaîtra devant xpansion toujours croissante des sels des mines de l'Est et surut des sels marins des grandes fabriques du Midi, qu'il nous ste à faire connaître.

SALINES DE LA MÉDITERRANÉE.

Il est probable que, dans l'origine, les salines du Midi de la ance, sur les bords de la Méditerranée, ont été comme celles de uest divisées entre des particuliers nombreux; mais, réunies puis longtemps par des syndicats, elles appartiennent aujourıui pour la plupart à des compagnies puissantes qui ont introıit peu à peu dans leur exploitation tous les perfectionnements nsacrés par la science.

Le choix du sol sur lequel il convient d'établir une saline n'est s indifférent. Il convient, en général, de le choisir argileux et u perméable. Il existe cependant des salines construites sur s terrains sablonneux, dans lesquelles l'inconvénient qui sulte de la perte des eaux concentrées, et de l'impossibilité d'y oduire des eaux mères, se trouve compensé par la qualité du sel, ıi est alors en beaux cristaux, très-pur, très-sec et très-dense, tel ıe le commerce le réclame ordinairement.

Les marées étant presque nulles sur les côtes de la Méditernée, il faut, pour que les salines puissent être facilement alientées par l'eau de la mer, que les surfaces où se fait la preière évaporation soient au-dessous du niveau moyen de ces ıux; on utilise pour cet usage ces étangs étendus et peu profonds ıi, depuis Hyères jusqu'à Port-Vendres, font autour des côtes la France une ceinture presque continue.

Partènement.—Les premières surfaces sont partagées en grandes ivisions qu'on appelle *partènements;* elles sont séparées, par de etites chaussées faites par remblai, en surfaces plus petites u'on appelle *pièces*. Les pièces communiquent par des martelières ites *buzets*, qui permettent d'opérer d'une pièce à l'autre un coulement méthodique et continu.

Il serait à désirer qu'en s'écoulant à la surface de ce grand lan incliné, les eaux pussent arriver à la pièce la plus basse tout fait saturées de sel; mais les différences de niveau toujours trèsibles (60 à 80 centimètres), quelques efforts qu'on fasse pour en rofiter le mieux possible, ne le permettent pas toujours, et il faut lors élever les eaux par des machines hydrauliques, pour déter-

miner sur une autre partie de la surface disposée aussi en échiquier irrégulier, et qu'on appelle *partènement intérieur*, un nouvel écoulement qui complète l'évaporation. Ces machines sont des roues à tympan, mues par des mules ou presque généralement par la vapeur ; on a essayé la turbine; mais, pour le mouvement des grandes masses d'eau, la roue hollandaise à palettes mue dans un coursier en maçonnerie paraît devoir être préférée.

Dans les premières phases de l'évaporation, les eaux déposent du carbonate de chaux mêlé de traces de peroxyde de fer. Quand cette évaporation les a amenées de 3°, 5 Baumé que marque l'eau de la mer à 15° environ du même aréomètre, elles laissent cristalliser du sulfate de chaux. Il se forme, dans les pièces alimentées sans cesse d'eau à ce dégré, un dépôt de ce sulfate qui finirait par exhausser le sol, et qu'il faut enlever, quoiqu'on n'en tire aucun parti. On pourrait pourtant en opérer la cuisson et en faire du plâtre excellent. Ce sulfate de chaux cristallise à ce degré non à cause de la soustraction absolue de l'eau, ni à cause de l'enrichissement de ce liquide en sel marin dans lequel il est plus soluble que dans l'eau pure, mais par suite de la concentration du sulfate de magnésie qui diminue considérablement sa solubilité. A 18°, les eaux n'en déposent plus que des quantités insignifiantes, et quand, arrivées à 25°, elles sont sur le point de donner du sel, elles ne renferment plus du tout de chaux.

Coloration des eaux.—Le moment où la saunaison va commencer est annoncé généralement dans les salines qui salent depuis plusieurs années par l'apparition d'une teinte rouge que prennent les eaux, et qui est due à l'existence de myriades d'êtres microscopiques, *Monas Dunalii* (Joly), qui trouvent dans ces eaux concentrées les conditions de leur existence, et qu'il ne faut pas confondre avec un petit crustacé, *Artemia salina*, qui accompagne les eaux dans leur concentration, mais meurt à ce degré de saturation. Il est rouge, aussi, probablement parce qu'il fait dans les eaux concentrés sa nourriture de ces *monas* colorés.

Tables salantes.—Les eaux des divers jeux des partènements qui se réunissent alors sur une grande surface qui sert de réservoir commun et qu'on appelle *pièce maîtresse* sont, en général, reprises de là au moyen de machines, et déversées sur des *tables* dites *salantes* dont la surface argileuse, bien lissée, bien battue avec une pelle appropriée, a été humectée d'avance et maintenue dans un état de moiteur convenable. Ces tables, dans les salines nouvellement construites, sont prises sur la partie la plus basse

les étangs, de telle sorte que les eaux en sel peuvent y arriver ans machines, dont l'emploi ne devient nécessaire que lorsque, à la suite d'orages, on veut écouler les eaux de pluie avant qu'elles n'aient dissous le sel. Ces machines dans ce cas doivent, on le conçoit, être puissantes.

L'absence de moyens moteurs suffisants avait, dans les anciennes alines, fait préférer le système qui consistait à placer les tables alantes sur les bords mêmes des étangs, parties émergées toujours un peu irrégulières, qu'il fallait alors niveler à main d'homme, ce qui augmentait beaucoup la dépense de construction. L'écoulenent des eaux en cas d'orages était facile, mais il fallait alors xhausser l'eau saturée pour la distribuer dans le réseau des ables, séparées les unes des autres par de petites digues de 25 à 30 centimètres de hauteur qui permettent d'en faire le tour.

Cette distribution s'opère au moyen de petits aqueducs, en terre aussi, nommés *courroirs,* dont le plafond est un peu plus élevé que e sol des tables. Un système de petits canaux creusés dans le sol nommés *égouts*, et qui se rend à la machine à épuisement, permet d'écouler les eaux de ces tables et complète ainsi le système le circulation nécessaire pour que la saline puisse fonctionner. On comprend du reste comment ces égouts, si leurs bords sont assez élevés, peuvent, selon que la machine les remplira ou les videra l'eau, servir à la fois pour remplir et pour vider les tables.

Il se produit à la surface de l'eau, par où s'opère l'évaporation de petits cristaux cubiques sur les angles desquels viennent s'en implanter de nouveaux, phénomène qui en se continuant peu à peu forme de petites trémies. Le vent en accumule une certaine quantité, dans les points vers lesquels il souffle, pêle-mêle avec des débris des *monas* qui colorent fortement en rouge ce sel dit *sel d'écume*, et lui communiquent une odeur de violette que la putréfaction ne peut modifier, puisque les débris animaux sont condits dans le sel; cette odeur agréable persiste pendant plusieurs années. Le plus grand nombre de ces trémies, submergées quand elles sont assez lourdes, se déposent sur le sol sans y adhérer, se remplissent ensuite et se grossissent peu à peu par l'attraction qu'elles exercent sur le sel qui va se déposer de l'eau saturée. Il se produit, par cet entrelacement de cristaux cubiques, des masses cohérentes, dont on opère le levage à la fin de la campagne; elles ont alors une épaisseur de 4 à 6 centimètres.

Levage.—Ce levage s'exécute au moyen de pelles plates, ferrées sur les bords et maniées avec un long manche qui fait un angle

d'environ 45°, avec la surface. L'ouvrier glisse la pelle sous la plaque de sel, la soulève sans entamer le sol, et forme avec ces plaques un tas conique, au centre des carrés dans lesquels la surface de la table a été partagée. Ces tas sont appelés *gerbes*. Après quelques jours d'égouttage, on accumule le sel en énormes masses de plusieurs milliers de mètres cubes à qui l'on donne ordinairement la forme de prismes triangulaires tronqués à leurs deux bouts et posés sur le sol par la face restée rectangulaire; on appelle *camelles* ces masses de sel disposées en forme de toits.

Dans la plupart des salines, ce transport se fait dans des paniers et par des hommes; dans quelques localités, voisines des centres de population, les femmes prennent part à ce travail. Une journée courte de ce transport, fatigant il est vrai, peut donner à l'ouvrier un salaire de 5 à 6 fr. Mais la rareté des bras a fait depuis longtemps songer aux moyens mécaniques. On y a employé de petits chemins de fer portatifs dont on parvient à disposer avec avantage, même pour porter le sel jusqu'au haut de la camelle.

Dans les grandes salines de la Camargue, celle de Giraud qui a été récemment construite, en vue d'exploiter les eaux mères, les séries de tables salantes au lieu d'être séparées par de simples égouts, le sont par de véritables canaux; ils sont remplis d'eau au moment du levage, et communiquent avec le grand canal sur le bord duquel existe, dans toutes les salines, une surface exhaussée au-dessus du sol du salin, à l'abri de toute inondation, qu'on appelle *feuille* et où doit se faire la camelle. Cette disposition permet de faire une partie du levage du sel par une espèce de navigation intérieure. Il est transporté dans des paniers par des hommes, qui remplissent ainsi des caisses en bois, de 2 mètres cubes de volume, à fond mobile, placées sur un chaland que l'on conduit de ces canaux intérieurs au pied de la camelle. Une grue à vapeur qui se meut sur un petit chemin de fer, de manière à être toujours à quelques mètres en avant de la camelle, prend les caisses dans le chaland, les exhausse jusqu'à ce que, arrivées à la hauteur de l'arête, un décliquetage qui ouvre le fond leur permette de se vider naturellement.

La partie du sol de sel des tables sur laquelle reposait la gerbe est détachée à son tour, formée en petites gerbes qu'on appelle *agneaux*, et transportée à la masse. On recouvre parfois celle-ci avec des roseaux ou avec des tuiles; mais quand, au moyen des machines, on a pu leur donner une grande hauteur et un volume considérable, la surface proportionnellement plus petite ne pou-

vant donner lieu qu'à de faibles déperditions de sel, on se dispense de les couvrir.

Les qualités de sel qui se déposent dans les tables salantes varient avec la concentration des eaux. Aux cristaux transparents dits en *dents de loup,* que produisent les eaux vierges, succèdent des cristaux cubiques plus petits à mesure que la concentration s'accroît.

Dans les grandes salines où l'on cherche à faire non du sel, mais des eaux mères, on écoule les eaux quand elles marquent 28°, mais il serait possible d'en retirer encore jusqu'à 32°,5, du sel pur, et que son grain, et peut-être les quelques impuretés qu'il renferme font même préférer pour les salaisons. Passé ce terme de 32°,5, le chlorure de sodium qui se dépose pendant le jour se trouve mêlé avec assez de sulfate de magnésie déposé par refroidissement pendant la nuit, pour qu'il ne puisse plus être employé comme sel, et sa production est la première phase de l'exploitation des eaux mères.

EXPLOITATION DES EAUX MÈRES.

Cette exploitation, dont les premiers essais remontent déjà à une trentaine d'années, a atteint dans ces derniers temps une importance assez grande pour que les rapports entre les deux produits que fournissent les salines soient prochainement changés.

Dans les premiers temps où M. Balard s'est occupé de ces études, la fabrication du sel qui dans sa partie théorique est une simple application des principes de physique et de chimie, était soumise à l'aveugle routine des sauniers. Ils ramassaient avec soin ces eaux mères, convaincus qu'elles devaient leur degré élevé à du sel marin dont elles ne renferment pourtant que des traces, et il n'a pas fallu peu de peine pour les décider à se dessaisir d'une solution qui, très-hygrométrique, rendait plus lente l'évaporation des eaux salées avec lesquelles on les avait mêlées.

Les avantages apportés par l'exploitation des eaux mères furent faibles d'abord; le sel marin restait le principal, les eaux mères l'accessoire; mais les procédés pour les utiliser se perfectionnant, les rôles semblent devoir changer; et il se construit aujourd'hui des usines considérables, en vue d'obtenir surtout des eaux mères.

L'imperfection des communications ne permettant de vendre qu'une partie du sel, l'excédant, qui finirait par exhausser le sol, doit être redissous par les eaux faibles et renvoyé à la mer.

Le procédé connu depuis longtemps pour l'exploitation des

eaux mères a toujours pour base l'application du froid; mais ces froids de courte durée, irréguliers et faibles, quand c'est la nature qui les produit dans le midi, ont acquis, grâce à l'emploi de la machine réfrigérante à ammoniaque de M. Carré, une régularité et une intensité telles que les opérations ont pu être notablement simplifiées, et que l'exploitation, devenue tout à fait industrielle, se présente comme bien supérieure à l'ancienne qui ne pouvait utiliser que des moyens en quelque sorte saliniers. Celle-ci a pourtant reçu quelques perfectionnements successifs. Voici comme on la met en pratique, principalement à la saline de Berre (Bouches-du-Rhône), qui appartient à la Compagnie des Salines du Midi :

Sulfate de soude.—On recueille sur des tables distinctes les sels que déposent les eaux mères pendant qu'elles passent de 32° 5 à 35° B, et qui, contenant environ des poids égaux de sulfate de magnésie hydraté et de sel marin, sont désignés sous le nom de *sels mixtes*. Ces sels devant être redissous, on pourrait se dispenser d'en opérer le levage, mais comme il importe que leur solution soit aussi exempte que possible de chlorure de magnésium dont le sol poreux se trouve imprégné, on n'a pu encore les dissoudre sur le sol, ce qui aura lieu quand ils auront été déposés sur des tables bétonnées et imperméables. Jusqu'à présent, on les met en camelles qu'on redissout sur place, de manière à obtenir une dissolution dont on achève la saturation en l'agitant avec une quantité complémentaire de ces sels. On obtient ainsi des solutions qui marquent 31 à 32° B, et qui, ne contenant pas de chlorure de magnésium dont la présence nuirait, comme sel de magnésie à la solution du sulfate de magnésie et comme chlorure à celle du sel marin, permettent à ces deux sels de se trouver en présence en proportions convenables pour que la double décomposition qui doit produire du chlorure de magnésium et du sulfate de soude puisse commencer aux plus légers froids. L'expérience a appris qu'il fallait pour cela que les eaux salées renfermassent un équivalent de sulfate de magnésie pour un équivalent et demi de sel marin. L'excès de ce sel, nuisible, en sa qualité de sel de soude, à la solubilité du sulfate de soude, contribue à hâter la formation de ce produit. Une solution ainsi préparée dépose déjà du sulfate de soude à +7 ou 8°. A —1° ou —2°, elle en produit les quatre cinquièmes de ce que pourrait produire une décomposition complète des deux sels; quantité qui égale à peu près le poids du sulfate de magnésie qu'elle contenait. Mais il faut pour cela que les eaux n'aient point subi de dilution

par la pluie. On les conserve pour cela jusqu'à l'hiver dans des bassins en argile bétonnés, et en couches de 4 mètres d'épaisseur, pour que les eaux de la pluie ne les dégradent que peu ; on commence aujourd'hui à les couvrir d'un toit qui rend la conservation des eaux encore plus complète. Quand l'hiver arrive, et il est extrêmement rare que, même dans le Midi, il n'apporte pas la température basse nécessaire, on écoule les eaux dans des tables en couche de 10 ou 20 centimètres d'épaisseur, selon l'intensité du froid et l'agitation produite par le vent. Le sulfate de soude se dépose pendant la nuit ; on écoule les eaux avant qu'elles aient été réchauffées par le soleil, et le sulfate hydraté est ramassé sur le sol et mis en camelles, de manière à ce qu'il s'égoutte avant d'être soumis à la dessiccation.

Sels de potasse bruts.—Les eaux à 35° recueillies en été renferment toute la potasse ; le sel mixte bien fabriqué n'en contient pas. Ces eaux peuvent être employées de deux manières différentes : si la saline petite ne peut devenir le centre d'une exploitation importante, on les évapore sur le sol et on obtient un produit complexe, tenant du sulfate de magnésie, du sulfate double de potasse et de magnésie, du chlorure de potassium et du chlorure double de potassium et de magnésium. Ce produit, qui contient en moyenne 11 à 12 kil. de potasse par 100 kil., peut être employé à la production du sulfate double de potasse et de magnésie, dans la fabrication de l'alun, ou même être utilisé en nature pour la production de ce mordant. En le traitant par un lait de chaux, en desséchant la masse épaissie et la portant au rouge dans un four à réverbère, on obtient un mélange de sulfate de chaux, de magnésie libre et de chlorure soluble. Une lixiviation facile alors à réaliser donne des solutions de chlorures alcalins d'où il est facile d'extraire du chlorure de potassium par la cristallisation, ou qui peuvent aussi fournir aisément du nitrate de potasse par l'addition du nitrate de soude. Mais ce mode de traitement, qui force ainsi à ne pas tirer parti de l'acide sulfurique contenu dans ces sels, présente moins d'avantage que celui qu'on emploie dans les grandes salines, où la quantité d'eaux mères produites permet de construire un établissement spécial.

Eaux à 35°.—Ces eaux à 35°, recueillies en été, sont conservées dans les réservoirs dont il vient d'être question plus haut, à l'abri de la pluie, jusqu'à ce que les froids de l'automne permettent d'obtenir des températures de + 5 à + 6°. Sous leur influence, elles laissent déposer des quantités considérables de sulfate de

magnésie hydraté, sel qui commence d'ailleurs à cristallis
les bassins.

Sulfate de magnésie.—Ce sulfate de magnésie ne contien
de potasse, tant que la température s'est maintenue dans les
indiquées; mais si cette température s'abaissait au-dessou
terme, le sel serait mêlé de chlorure double de potassiu
magnésium. C'est là un inconvénient qu'il n'est pas toujou
d'éviter avec des réfrigérations naturelles qu'on ne peut p
jours arrêter à temps quand on opère en grand. Ce dépôt a
présente le double inconvénient de disséminer de la potas
un produit où elle se trouve en quelque sorte perdue et d
la pureté du sulfate de magnésie qu'on veut livrer au comn
Les quantités de sulfate de magnésie excédantes à celle
livre au commerce fournissent, du reste, de nouvelles qu
d'eau propre à préparer le sulfate de soude. On les dissou
cela dans l'eau avec des quantités convenables de sel mari
pour servir à cet usage, n'a pas besoin d'être pur et peut ê
parmi ces produits salis par la terre, qui se trouvent touj
grande abondance dans les salines, et auxquels ils offrent a
certain écoulement.

Chlorure de potassium.—Privées par le refroidissement à
plus grande partie du sulfate de magnésie qu'elles contenai
eaux mères sont reportées dans les réservoirs d'où elles
extraites, et conservées jusqu'à l'été d'après. Quand les c
intenses de la saison permettent l'évaporation de ces ea
sont très-hygrométriques, parce qu'elles renferment des qu
notables de chlorure de magnésium, on les écoule sur le
quelques tables, et dans l'espace d'un petit nombre de jou
laissent cristalliser du chlorure double de potassium et de n
sium ($ClK, 2ClMg+12HO$), mêlé d'un peu de sel marin. On
ce sel par un nouveau levage, après avoir écoulé les eaux
qui le recouvraient. Celles-ci ne renferment plus sensiblem
potasse, et, jusqu'à présent, on les rejette à la mer comm
usage.

Le chlorure double devient alors l'objet d'une opération
trielle; traité en chaudière par l'eau chaude et séparé ai
sel marin qui ne se dissout pas, il donne une solution qui

[1] Cette source abondante et économique de sulfate de magnési
aujourd'hui, en effet, substituée presque généralement à toutes les
et devra les remplacer tôt ou tard d'une manière absolue.

[redacted]

poser par le refroidissement du chlorure de potassium facile-
ɜnt purifiable par une nouvelle cristallisation. Il se produit une
ı mère contenant, outre un peu de potasse, un grand excès de
lorure de magnésium; on la fait entrer dans le roulement
néral des opérations.

Cette méthode qui, sauf le dédoublement du chlorure, n'utilise
e le sol et les variations naturelles de température serait sus-
ɔtible de deux grands perfectionnements. Il faudrait refroidir en
ː les eaux marquant 35° par des moyens artificiels, de manière
léposer, au fur et à mesure qu'elles se produisent, et à une tem-
rature bien déterminée, le sulfate de magnésie, qui serait dès
:s exempt de chlorure double, et ne se servir pour les diverses
érations qui ont été décrites que de sols imperméables. Il a
jà été fait quelques observations qui font espérer qu'on pourra
ninuer la perméabilité du sol, soit par une forte compression,
it en faisant pénétrer dans ses interstices des solutions propres
y produire des composés insolubles. C'est aujourd'hui cepen-
ınt, au moyen de bétons, moins altérables par les eaux salées
ı'on n'aurait lieu de le craindre, que l'on cherche à combattre
tte perméabilité. Quand il est question d'eaux concentrées qui
ɔivent rester longtemps sur le sol, et qu'il faut y remettre sou-
ɜnt, cette perméabilité présente un inconvénient très-sérieux;
ınte d'ailleurs aux autres causes de perte, elle n'a permis jus-
u'ici de recueillir que 1 à 2 dixièmes de la dose de potasse que
nferment les eaux produites en été.

Exploitation des eaux mères par le froid artificiel.—L'exploitation
ar le froid artificiel et la voie industrielle pure prend pour ma-
ière première l'eau à 28°, degré qu'elle atteint sur le sol d'une
manière assez rapide, et sans que sa perméabilité ait produit de
grandes pertes; elles ne porteraient d'ailleurs, que sur des eaux
encore peu concentrées et d'une faible valeur. A partir de ce
moment, les eaux conservées dans des bassins bétonnés, conduites
ans déperdition par des tuyaux souterrains et exploitées dans des
ases métalliques ne subissent plus aucune déperdition. Cette
irconstance, jointe à la nètteté qu'apporte dans la nature des
roduits la temperature basse à laquelle on expose les eaux,
onstitue un perfectionnement important de l'exploitation des
ux de la mer, et que commence à mettre en pratique sur une
ande échelle la Compagnie Merle, dite des Produits chimiques
Alais et de la Camargue.

Sulfate de soude.—Dès que les eaux ont été amenées s

à 28°, elles sont emmagasinées dans des réservoirs en argile, bétonnés, d'une capacité de 25,000 ou 50,000 mètres cubes, sous une épaisseur de plus de 4 mètres; devant recevoir plus tard une petite dilution, elle peuvent sans inconvénient recevoir de l'eau de pluie et les réservoirs dès lors n'ont pas besoin d'être couverts. Ces eaux sont amenées par un conduit souterrain dans la partie de l'usine où se trouve une puissante machine réfrigérante à ammoniaque; on les fait couler dans le vase où sont placés les tuyaux incessamment remplis d'ammoniaque liquéfiée et où elles vont être refroidies, en même temps qu'un petit filet d'eau douce destinée à prévenir un dépôt de sel marin hydraté, qui se produirait à —10° dans des eaux trop concentrées et se mêlerait avec le sulfate de soude. Des analyses fréquentes de ce produit apprennent que cette condition a été convenablement remplie. La présence d'une trop grande quantité de sel marin annonce que l'addition d'eau douce a été insuffisante; son absence complète engage à rechercher si l'on n'en a pas fait couler trop.

Les eaux mères sont amenées dans le congélateur, après avoir coulé dans des tuyaux autour desquels circulent les eaux déjà frappées et que l'on élimine d'une manière continue à —18°. Par un échange de température facile à comprendre on les fait profiter de ce froid qui eût été perdu en pure perte ; aussi elles déposent un peu de sulfate en route, ce qui exige le nettoyage fréquent de la surface de ces tuyaux. Ces eaux entrent, dans les cas les plus favorables, à —10°, dans le congélateur et s'y refroidissent jusqu'à —18°, température nécessaire pour qu'à ce degré de concentration elles déposent sous la forme de sulfate de soude en petits cristaux les 0,85 du sulfate qu'elles contenaient. Un agitateur, mû d'un mouvement très-lent, détache les parties de sulfate qui pourraient adhérer aux tubes du congélateur, et le sel déposé au fond est ramené par ce mouvement dans une bâche inclinée, qui communique par le fond avec le congélateur, et dans laquelle se meut d'un mouvement continu une chaîne à godets munis de toiles métalliques. Le sulfate en bouillie, ramassé dans leur mouvement, s'égoutte en partie pendant son ascension, tombe et glisse sur un plan incliné jusqu'au wagon qui le conduit à un atelier où des turbines semblables à celles qu'on emploie pour l'égouttage des sucres le laissent purifié d'eaux mères, et avec 2 ou 3 pour 100 d'eau au plus en sus des 54 pour 100 que lui assigne sa nature de sulfate à 10 équivalents d'eau. Ce sel, d'une pureté presque absolue, devra être préféré pour le bétail au sulfate de

oude provenant de toute autre source. Pour qu'il puisse ainsi être ıtilisé dans la fabrication du verre, pour laquelle sa neutralité t l'absence absolue du fer le rendent précieux, ou bien pour qu'il uisse servir à la fabrication de la soude, il doit subir une dessicca-on qu'on a faite pendant longtemps sur des plaques de tôle ou dans es fours à réverbère. On emploie aujourd'hui l'appareil suivant :

Dessiccation du sulfate de soude.—Des chaudières de tôle, posées ur un support roulant sur un rail, sont placées dans un long car-eau chauffé par un four latéral fermé à ses deux bouts par deux ortes de tôle, et analogue au four à recuire des verreries. On rem-lit ces chaudières placées à la file au nombre de trois ou quatre e sulfate hydraté; celui-ci, au milieu de l'air chaud qui entoure, e transforme en sulfate anhydre qui se dépose au fond, et en olution saturée qui s'évapore par la surface et par les côtés du ase. Quand, par son passage dans la partie la plus rapprochée lu foyer, le sulfate est absolument sec, les portes s'ouvrent, et la haudière qui le contient sort par la porte antérieure; on intro-luit alors par la porte postérieure une nouvelle chaudière pleine le sulfate hydraté dont la dessiccation est ainsi menée d'une nanière méthodique et continue. Jusqu'à présent, on n'a pu avec et appareil évaporer que 4 kilog. d'eau par kilog. de houille, ni baisser le coût de cette dessiccation au-dessous de 1 fr. 25 par 100 kilog. de sulfate sec. Mais l'emploi de l'érorateur de M. Kess-ler permettra peut-être d'apporter quelques perfectionnements à cette opération et d'obtenir le sulfate anhydre et cristallisé.

Sel fin-fin.—Les eaux à —18° qui sortent du congélateur contien-nent encore 15 pour 100 du sulfate de magnésie renfermé dans les eaux mères; mais cette quantité ne nuit pas à la séparation des chlorures de sodium, de potassium et de magnésium, que contien-nent ces eaux. Pour produire cette séparation, on les évapore dans les chaudières à sel *fin-fin*; mais comme elles ne sont plus saturées de sel marin, on complète leur saturation en les faisant filtrer sur du sel récolté sur le sol; amenées à l'ébullition dans cet état de sa-turation, elles produisent d'abord une écume abondante qui, enle-vée avec soin, permet d'obtenir par l'ébullition du sel marin *fin-fin* pur et sans potasse, que l'on dessèche par le turbinage; mais, pour être aussi peu hygrométrique que celui de Liverpool, ce sel de-vrait être lavé au moyen d'une solution saturée de sel marin pur, jusqu'à élimination complète de chlorure de magnésium.

Chlorure double.—Quand, dans le cours de cette évaporation, les eaux sont assez concentrées pour marquer 34° à l'ébullition, on

les écoule dans des cristallisoirs où elles laissent cristalliser par le refroidissement, sous la forme d'un chlorure double de potassium et de magnésium à 12 équivalents d'eau, la totalité de la potasse que contenaient les eaux à 28°; l'eau mère chargée de chlorure de magnésium qui marque 34° à 35° à froid n'en contient plus du tout.

Dédoublement du chlorure.—Ce chlorure double, cristallisé par le refroidissement au milieu d'une solution privée de sel marin, ne contient point du tout de ce corps; aussi son dédoublement peut-il s'opérer d'une manière facile. On le traite par un poids égal à la moitié du sien d'eau froide, avec laquelle un agitateur le mêle exactement. Après une heure d'agitation, on laisse déposer la solution surnageante, qui contient, en outre du chlorure de magnésium, une certaine quantité de potasse et qui rentre dans le roulement général des opérations, et le chlorure de potassium parfaitement dédoublé n'a besoin que d'être égoutté à la turbine. On l'obtient alors au titre d'environ 90 pour 100. Les dix autres parties ne représentent que des traces de sels magnésiens, de l'eau et des matières terreuses, mais il est tout à fait pur de sel marin, circonstance qui permettrait d'obtenir avec lui du carbonate de potasse, le plus pur de beaucoup que l'industrie ait jamais employé, sauf celui qui provient du suint.

Ce chlorure est jusqu'ici employé exclusivement pour transformer le nitrate de soude en salpêtre; mais il serait facile de le transformer en carbonate par les mêmes procédés que ceux qui permettent d'obtenir le sel de soude au moyen du sel marin, avec cette seule différence que, tandis que le traitement du sel marin exige de l'acide sulfurique à 50°, il faut employer de l'acide à 40° pour attaquer le chlorure de potassium, si l'on ne veut laisser dans le produit du bisulfate et du chlorure non altérés. Cette transformation a dejà eu lieu dans d'autres circonstances, avec avantage. Le carbonate de potasse, plus fusible que celui de soude, donne une potasse brute plus compacte et d'un lessivage plus difficile, et, vu la volatilité plus grande de la potasse, les pertes dans le four sont aussi plus notables.

Chlorure de magnésium.—Les eaux mères saturées de chlorure de magnésium sont fort colorées. Si on les évaporait de manière à marquer 44° à l'ébullition, elles se prendraient en masse colorée; mais si on se contente de les amener à marquer 38°, elles laissent déposer par leur refroidissement des quantités considérables de chlorure de magnésium cristallisé, blanc et pur.

Ce produit, desséché à une température inférieure à celle qui peut la décomposer, pourrait être substitué avec avantage de prix au sulfate de magnésie pour la préparation de la magnésie blanche. Sa grande déliquescence fait qu'on commence à l'essayer pour le répandre sur le sol, donner de la moiteur à sa surface et prévenir la dissémination de la poussière. C'est enfin la source future de la fabrication de l'acide chlorhydrique, si jamais la production abondante du sulfate de soude avec les eaux de la mer faisait renoncer à fabriquer ce produit avec la décomposition du sel marin au moyen de l'acide sulfurique ; la solution de ce sel, bouillant à 44° B., contient la dose d'acide chlorhydrique et d'eau nécessaire pour faire de l'acide chlorhydrique concentré. Quant à la magnésie qui resterait dans cette opération, elle n'a encore reçu aucun emploi. En attendant que l'art métallurgique ait appris à l'utiliser, elle en trouverait un très-étendu, si l'usage si rationnel qui en a été tenté pour la défécation du suc de betteraves, dans la fabrication du sucre, etc., présentait les avantages que lui attribue M. Kessler, qui a tout récemment attiré l'attention sur ce procédé.

Extraction du brôme.—Les eaux à 38°, qui surnagent le chlorure de magnésium cristallisé dont nous venons de parler, contiennent la plus grande partie du brôme que renferment les eaux de la mer. Une portion assez notable s'est déposée avec le chlorure de magnésium cristallisé ; mais les eaux mères n'en sont pas moins le produit dans lequel on le trouve, à volume égal, en plus grande abondance. C'est là aussi que s'est concentré l'iode que contient l'eau de la mer ; mais il y est en trop faible quantité pour qu'on puisse songer à l'extraire avec avantage. Il n'en est pas de même du brôme, pour l'extraction duquel ces eaux constituent une matière première presque sans valeur, puisqu'elles doivent être rejetées à la mer, si elles ne sont pas utilisées pour cet usage.

Pour extraire le brôme, on chauffe ces eaux dans une chaudière de tôle jusqu'à 125°, température de leur ébullition et on les écoule dans un de ces vases en pierre siliceuse de 1 à 2 mètres cubes de capacité, employés dans le midi de la France pour extraire le chlore dans la fabrication du chlorure de chaux. Ce vase est muni d'un couvercle de même pierre, percé de deux trous par lesquels on fait passer un tube plongeur en verre ou en porcelaine, et un tube de verre recourbé comme le col d'une cornue, tube qui traverse un réfrigérant de Liebig, en verre aussi et maintenu plein d'eau froide. On verse par le tube droit de l'acide sulfurique des chambres et du peroxyde de manganèse, tendre et

facilement attaquable par les acides, qu'on a déjà fait bouillir avec l'eau pour chasser les gaz qu'il condense et rendre moins vive l'effervescence déterminée par son action; elle risquerait de faire monter une solution fort visqueuse d'ailleurs. En même temps, on fait arriver dans la liqueur un jet de vapeur, à haute tension pour prévenir la réfrigération. Le brôme se dégage et se condense en filet dans le tube, et quand une addition nouvelle d'acide et d'oxyde de manganèse ne produit plus de' vapeurs rouges, on écoule le liquide par un robinet en grès placé au bas du vase siliceux, et on recommence l'opération.

En résumant ce que nous venons de dire sur les phénomènes qui se produisent dans les salines, on voit qu'il s'y dépose et dans l'ordre suivant : du carbonate de chaux, du sulfate de chaux, du sel marin, du sulfate de magnésie, du sulfate double de potasse et de magnésie, du sulfate de soude hydraté, enfin du chlorure double de potassium et de magnésium. Or, ces produits sont précisément ceux que l'on trouve dans beaucoup de mines de sel gemme. L'alternance des couches de sel et de pierre à plâtre est bien connue. Le sulfate de soude cristallisé a été signalé dans quelques localités voisines de Bilbao; le sulfate de magnésie et le sulfate double de potasse et de magnésie ont été retrouvés dans quelques couches de sel gemme; enfin on vient tout récemment de trouver en Prusse, à Strafford, près Magdebourg, des couches riches en chlorure double de potassium, qui se présentent déjà comme une source importante de potasse. L'exploitation des eaux de la mer dont nous venons de rendre compte reproduit donc, en définitive, ce que la nature avait réalisé dans les temps géologiques, par l'influence de causes analogues très-probablement à celles dont on essaye aujourd'hui d'utiliser l'influence.

Balard (de l'Institut).

SOUFRE

ET SULFURE DE CARBONE

CHAPITRE I. — SOUFRE.

soufre se trouve en grande abondance dans la nature à ; natif. Les grandes masses de ce corps que consomment l'in- rie et l'agriculture sont fournies en majeure partie par le re natif qu'on extrait du rocher et du sablon dans lesquels il isséminé. On le retire encore des pyrites de fer et de cuivre, en bien moindre quantité : telles sont les deux principales ces desquelles provient le soufre du commerce. Les autres ont pas exploitées ou sont insignifiantes.

s gisements dans lesquels on rencontre le soufre natif sont iairement voisins des volcans. Ce sont des sables ou des sols rés, à travers lesquels le soufre des volcans encore en activité blime et qu'il imprègne en s'y déposant; les *solfatares* de le la Réunion, de la Guadeloupe, de Pouzzoles sont dans ce

trouve encore le soufre natif sous forme de rognons dissé- s dans les terrains de formation plus ou moins récente. Mais isements les plus riches, ceux auxquels appartiennent les s inépuisables de la Sicile, sont des calcaires ou des gypses tés de soufre en proportion plus ou moins forte. Dans le rtement de Vaucluse, aux environs d'Apt, on trouve des es dans lesquels le soufre natif varie dans la proportion de 40 pour 100 de leur poids et au delà; mais ils ne sont point iarables à ceux des solfatares de Sicile, qui fournissent à ope la plus grande partie du soufre qu'elle consomme.

ıprès les renseignements recueillis par M. Guibert-Valory, exploite une des solfatares les plus considérables de Sicile, contrée produit annuellement 200,000 tonnes de soufre[1].

[1] ans leur rapport sur l'exposition de Londres, en 1862, MM. Combes bocq évaluent à 250,000 tonnes la production de soufre de la Sicile.

C'est une production qui n'a cessé d'augmenter, malgré la concurrence que lui fait le soufre tiré des pyrites pour la fabrication de l'acide sulfurique. Sur cette quantité, la moitié environ, soit de 80,000 à 90,000 tonnes, est employée au soufrage de la vigne, en France principalement, et ensuite, en moindres proportions, en Italie, en Espagne, en Grèce et dans l'Asie Mineure.

Si l'oïdium continue à sévir sur les vignes, il est probable que le soufre employé à combattre ses ravages entrera chaque année pour une plus forte proportion dans la consommation des vignobles. Or, rien jusqu'à présent ne fait prévoir le terme de la maladie de la vigne. Il y a plus : les vignobles de la région méridionale en sont infestés depuis douze années, et elle persiste avec la même intensité ; on peut même affirmer que l'oïdium s'y est constamment étendu, et que ses ravages, lorsqu'il n'est pas combattu, causent des pertes encore plus fortes que les premières années.

Le soufrage de la vigne paraît donc destiné à faire consommer encore d'immenses quantités de soufre et à exercer une influence toute particulière sur l'extraction de cette matière première.

Jusqu'à présent, on peut considérer la Sicile comme le seul pays qui fournisse des masses de soufre au commerce, quoiqu'il existe ailleurs, comme nous venons de le dire plus haut, de nombreux gisements de ce corps.

La Sicile paraît former un vaste gisement, où partout on rencontre le soufre natif, depuis l'Etna jusqu'à Sciacca, sur le versant méridional de l'île.

Le nombre des mines actuellement ouvertes est d'environ *deux cents*, et celui des exploitations qu'on pourrait découvrir encore dépasserait certainement ce chiffre. La production annuelle de ces deux cents mines pourrait être facilement quintuplée, en substituant, aux moyens grossiers qui sont encore employés aujourd'hui, les perfectionnements en usage dans les contrées où les exploitations minières sont plus avancées.

En Sicile, les mines de soufre sont, en général, à la profondeur de 50 à 100 mètres. On y pénètre par des galeries très-inclinées, en forme d'escaliers tortueux, taillés dans le roc ou dans le sol, et c'est par cette voie qu'on extrait le minerai à *dos d'enfants*.

L'abatage du minerai se fait à la pointe du pic ou *picon*, de là le nom de *piconeiri* qui est donné aux mineurs. Leur nombre, pour toute la Sicile, est estimé à cinq mille environ, et celui des enfants qui charrient le minerai est double, soit dix mille.

La plupart des minerais de Sicile sont fort riches en soufre; ils en contiennent jusqu'à 80 pour 100; mais leur richesse tombe quelquefois au-dessous de 10 pour 100. On exploite par liquation ce qui atteint cette proportion, mais on rejette ce qui est inférieur.

EXTRACTION DU SOUFRE.

On extrait le soufre par liquation, en formant avec le minerai de grands tas de forme conique dont on échauffe la masse, en se servant du soufre lui-même comme combustible. Ces tas, qui portent le nom de *calcaroni*, sont très-volumineux et placés dans les lieux abrités du vent. On les construit dans une excavation de forme circulaire, à laquelle on donne 8 mètres et plus de diamètre, et qui est inclinée dans le sol de manière à y pénétrer de 1 mètre à la partie la plus haute et de 2 mètres à la partie la plus basse.

La sole du tas possède ainsi une pente assez forte pour faciliter l'écoulement du soufre en fusion. Le poids du minerai mis en tas est évalué de 400 à 800 tonnes environ. On dispose en forme de voûte les plus gros blocs à la base, et on monte le tas en le garnissant peu à peu des débris les moins forts; on finit avec du minerai fin et tassé. On en garnit à l'extérieur les ouvertures, de manière à empêcher une combustion trop vive et trop rapide qui occasionnerait de grandes pertes; on se sert pour cela d'une terre légère, particulière, résidu des minerais déjà brûlés, désignée sur les lieux d'exploitation sous le nom *genese;* on allume la masse par la partie supérieure. La chaleur se propage peu à peu, de haut en bas, à mesure que le minerai brûle, et suffit pour fondre le soufre qu'il contient. Celui-ci s'écoule d'une manière continue par une rigole pratiquée à la partie inférieure; on le reçoit à mesure dans de grands moules en bois humides où il se solidifie. L'opération, pour chaque tas, dure de 30 à 40 jours; elle est conduite avec une lenteur qui en assure le succès, et qui empêche la déperdition de trop fortes quantités de vapeurs sulfureuses. On reconnaît que tout le soufre est fondu, lorsqu'il ne vient plus rien du trou de coulée; on démolit alors le fourneau.

On estime que, par cette méthode, la perte en soufre brûlé pour produire la liquation est de 25 à 40 pour 100.

Autrefois, on extrayait aussi le soufre par liquation, mais en faisant des tas beaucoup plus petits, de deux à quatre tonnes environ; on les désignait sous le nom de *calcara*. La combustion se faisait alors beaucoup trop vite, et il en résultait une déper-

dition de soufre deux fois plus forte que par l'emploi des gros tas; elle atteignait l'énorme proportion de 50 à 70 pour 100.

La qualité des soufres obtenus par liquation dépend de la qualité et de la richesse du minerai. On en fait, dans le commerce, quatre sortes : la première, la belle seconde, la seconde et la troisième. De la première à la troisième, la quantité de corps étrangers varie de 2 à 6 pour 100.

Les minerais riches donnent les meilleures qualités, dont la pureté et la couleur sont satisfaisantes ; les minerais pauvres, les plus impurs, donnent les soufres bruts de couleur brunâtre, dont on forme les troisième et dernière sortes.

On extrait encore le soufre par liquation des minerais riches au moyen de fourneaux voûtés rectangulaires, placés eux-mêmes dans une chambre en maçonnerie; on chauffe les parois du fourneau et de la chambre par un foyer placé à une des extrémités du four, et on provoque ainsi, par du combustible étranger, la liquation du soufre; celui-ci coule par une issue ménagée sur la sole du four. La fermeture hermétique dont le minerai de soufre est entouré dans ce mode d'extraction empêche la déperdition de matière, mais oblige à une dépense de combustible.

Depuis peu, un ingénieur anglais, M. Gill, a imaginé une espèce de four voûté qui contient 200 tonnes de minerai ; on le chauffe au moyen de coke, et on en obtient un résultat avantageux, on lui donne le nom de *calcarone Gill*.

Il est indubitable, d'après ce qui précède, que de grands perfectionnements peuvent être introduits dans l'exploitation des mines, soit pour l'extraction du minerai, soit pour la fabrication du soufre et en abaisser le prix dans une très-forte proportion.

L'adoption de ces derniers modes d'extraction augmentera aussitôt la proportion de soufre tiré des mêmes minerais de 25 pour 100. Elle deviendra générale, dès que l'ouverture des routes, qui manquent aujourd'hui, permettra d'obtenir le combustible à bon marché sur les lieux d'exploitation.

Des deux cents mines ouvertes aujourd'hui, en Sicile, on peut dire que la moitié ne produit guère que 100 à 300 tonnes de soufre par an, faute de capitaux d'exploitation. Cinquante d'entre elles produisent de 380 à 800 tonnes ; trente, de 800 à 1,500 tonnes; quant aux vingt autres, qui sont les grandes mines, elles donnent annuellement de 3,000 à 6,000 tonnes.

Le tableau suivant fait connaître les principales, ainsi que leur production :

[redacted]

MINE.	PROVINCE	PRODUCTION de soufre.	PROPRIÉTAIRE.	EXPLOITANT
ıtino	Caltanisetta.	7,000 tonnes.	Prince Trabia.	Guibert-Valory.
calda.........	Id.	6,000	Prince S. Elia.	Le propriétaire.
ifalco.........	Id.	5,000	Prince S. Cataldo.	Id.
:ella..........	Id.	4,000	Baron Trabanella.	Id.
....	Id.	3,000	Curcuruto.	Id.
rossa.........	Id.	3,000	La Lumia.	Id.
no...........	Id.	4,000	Marquis Spedalotto.	Ingria.
....	Girgenti.	5,000	Duc Monteleone.	Lo Giudice.
azzi..........	Id.	5,000	Gennardi.	Le propriétaire.
a	Id.	4,000	Id.	Id.
ovanello......	Id.	3,000	Lo Bue.	Id.
:ossa.........	Id.	4,000	Princesse Montevago.	S. Marco.
....	Catania.	4,000	Spidalieri.	Jacob.
.. ..	Caltanisetta.	3,000	Baron Mandrascati.	Giuste.
illa..........	Id.	4,000	Id.	Id.
o } di Lercara	Palerme.	9,000	Romano.	Rose et Cᵉ.
o } di Lercara			Sartorio.	Hirzel et Cᵉ.

produit aussi dans la Romagne et la Toscane du soufre de elle qualité, mais les quantités produites sont peu impor- ; elles n'atteignent guère ensemble que 4,000 tonnes. D'après cuments consignés dans les rapports du jury international ɛposition de Londres, en 1862, la Romagne produit environ ınnes.

solfatare de Pouzzoles, près de Naples, on exploite les sables imprègnent de soufre dans le cratère de cette ancienne ture volcanique. Ces sables sont distillés dans des pots en ;uite qui sont rangés sur deux banquettes parallèles dans ırneaux en brique, désignés sous le nom de *galères* (fig. 498). ːrniers sont chauffés au bois et renferment 12 pots. Ceux-ci uniquent à l'extérieur avec d'autres pots dans lesquels vient denser le soufre distillé. On emploie un pot de condensa- pour trois pots de distillation A, et on chauffe au bois. La ɜ de chaque récipient est de 25 kilogr. environ de sable, ın retire 7 à 8 kilogr. de soufre brut. L'opération dure sept

heures à peu près, pendant lesquelles on brûle 10 kilogr. de bois par heure dans chaque fourneau.



Fig. 498.—Distillation du soufre brut.

On extrait aussi le soufre des pyrites de fer, en Bohême et en Saxe; mais cette production est peu importante. Elle est néanmoins intéressante, parce qu'elle constitue un moyen d'obtenir le soufre autrement que par l'exploitation des solfatares de Sicile et d'Italie, et qu'elle a été mise en usage en France, par M. Dartigues, à l'époque du système continental. Elle consiste à distiller la pyrite de fer dans des tuyaux en poterie cylindriques qui sont rangés horizontalement dans un fourneau de galère, au nombre de 12 ou 24, et reçoivent chacun 25 kilogr. environ de minerai. Ces tuyaux sont fermés à leurs deux bouts. Un tuyau en terre, adapté à leur extrémité, conduit le soufre distillé dans un récipient où il se condense.

La pyrite de fer (bisulfure de fer, $Fe\ S^2$) contient 54 pour 100 de soufre; on n'en extrait guère que 13 à 14[1]. Le résidu qu'on retire des tuyaux de distillation sous forme pulvérulente sert à fabriquer du sulfate de fer.

On extrait aussi des pyrites de fer et de cuivre de grandes quantités d'acide sulfureux qu'on transforme en acide sulfurique, en

[1] On pourrait extraire du bisulfure la moitié du soufre qu'il contient soit près de 27 pour 100), en élevant la chaleur; mais en le réduisant à l'état de protosulfure, on fondrait et on détruirait très-vite les cylindres dans lesquels on opère la distillation de la pyrite. C'est pour cette raison qu'on n'en extrait pas au delà de 13 à 14 pour 100 de soufre, soit 1/4 environ de celui qu'elle contient. On la retrouve alors dans les tuyaux sous la forme pulvérulente.

D'après M. Payen, le soufre de pyrite coûte d'extraction, selon que le prix du combustible (houille) varie, de 40 à 10 fr. la tonne, de 21 à 10 fr. 30 les 100 kil. Dans le deuxième cas, il pourrait avantageusement faire concurrence au soufre de Sicile.

l'oxydant dans une chambre de plomb, au moyen du gaz nitreux. Cet acide sulfureux remplace ainsi dans l'industrie de très-grandes quantités de soufre de Sicile qu'on brûlait autrefois pour produire directement l'acide sulfureux qu'on introduisait dans une chambre de plomb, afin de le transformer en acide sulfurique.

L'exploitation des pyrites pour en fabriquer de l'acide sulfureux correspond, dans ce cas, au remplacement d'une grande quantité de soufre, et présente un intérêt tout particulier. (Voy. ACI, *Acide sulfurique.*)

RAFFINAGE DU SOUFRE.

La majeure partie du soufre destiné à l'agriculture pour le soufrage de la vigne, et celui qu'on brûle dans les chambres de plomb pour la fabrication de l'acide sulfurique, sont employés à l'état brut; mais, pour un grand nombre d'industries, le soufre, quelle que soit son origine, a besoin d'être purifié. L'opération qu'on lui fait subir dans ce but est désignée sous le nom de *raffinage.*

On opère le raffinage par distillation, au moyen d'un appareil dans lequel on obtient le soufre raffiné, soit en masses solides cylindriques qu'on nomme *canons*, soit à l'état pulvérulent; on lui donne alors de nom de *fleur de soufre.*

Cet appareil se compose de deux chaudières ou cornues T en fonte, à fond très-épais, mises en communication avec une chambre en maçonnerie de briques à joints minces bien cimentés (fig. 499), dans laquelle les vapeurs de soufre viennent d'abord se condenser sous forme de *neige* ou de *fleurs,* et se liquéfient ensuite à mesure qu'une série de distillations successives échauffe la chambre elle-même et la porte à une température supérieure à celle du soufre en fusion (111°).

Selon que l'on veut obtenir du soufre en *fleurs* ou du soufre en *canons,* on fait varier les dimensions de la chambre; quand on ne veut obtenir que des *fleurs*, on lui donne une grande capacité, afin de produire le refroidissement des vapeurs plus vite et d'échauffer plus difficilement sa masse; on lui donne, au contraire, une capacité beaucoup moindre, quand on ne veut fabriquer que du soufre en canons.

Au-dessus des deux chaudières T, dans lesquelles s'opère la distillation, une troisième A est chauffée par la chaleur perdue des foyers et sert à fondre préalablement le soufre, avant de l'intro-

duire. Ce dernier tombe dans la chaudière au moyen d'un conduit qu'on ouvre par une tirette à soupape.

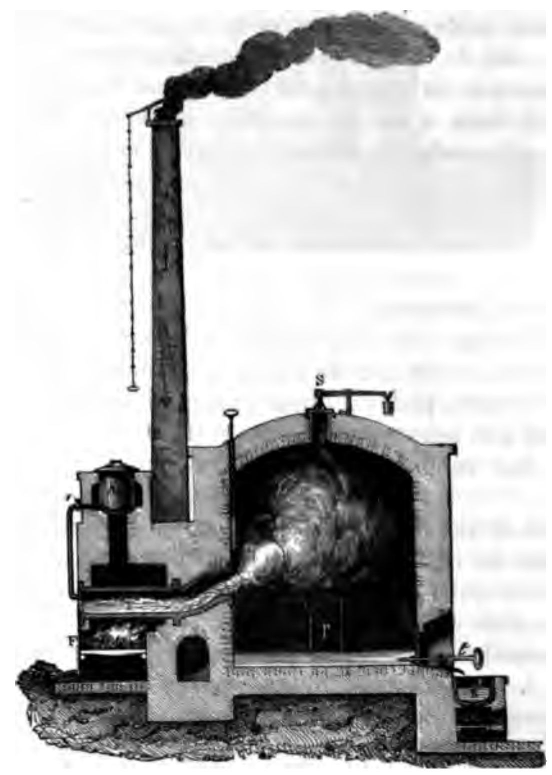


Fig. 499. — Appareil distillatoire pour la fabrication de la fleur de soufre et du soufre en canons.

Pour fabriquer les fleurs de soufre dans un appareil dont la chambre a de 80 à 100 mètres cubes de capacité et les chaudières 1 mètre à $1^{m},10$ de diamètre, on ne se sert que d'une seule des deux chaudières. On charge chaque six heures 300 kilogr. de soufre dans la chaudière A, et on le fait tomber liquide dans la chaudière T, de trois en trois heures, par quantités de 150 kilogr. environ chaque fois. On évite ainsi une usure trop rapide des fonds de chaudière. Un trou, par lequel on peut sonder la chaudière C, est pratiqué dans l'épaisseur des fourneaux et de la fonte; on y introduit un fil de fer qui permet de juger des quantités de matière qui restent en fusion. Une soupape S, pratiquée à la partie

supérieure de la voûte de la chambre, s'ouvre lorsque la pression est trop forte, et prévient les explosions qu'un feu trop vif pourrait produire.

La chambre est munie d'une porte P, par laquelle on pénètre dans l'intérieur pour en enlever les fleurs. Les soufres bruts de *belle seconde*, qui ne contiennent pas plus de 2 à 3 pour 100 de matières étrangères, donnent une perte de 5 à 20 pour 100 de leur poids, lorsqu'on les transforme en fleurs. Cette perte est quelquefois plus forte ; en moyenne, on estime qu'elle s'élève à 15 pour 100. Cette déperdition provient des fuites de tout genre qui ont lieu par les appareils, surtout par la grande chaudière, dont le fond sphérique a besoin de fréquents changements. Il se forme souvent à l'entrée du conduit, dans la chambre, du soufre liquéfié, qui se fige et se colle sur les parois de la chambre comme la glace se forme l'hiver autour d'une fontaine. Ce soufre porte le nom de *candi ;* il est très-pur et très-beau. Les coups de feu sous la chaudière provoquent la formation du candi.

On fait le soufre en canons dans les mêmes appareils ; mais on donne moins de capacité aux chambres de condensation, et on fait marcher à la fois les deux chaudières, de manière à distiller 2,400 kilogr. de soufre par 24 heures et d'une manière continue, ce qu'on ne fait pas lorsqu'on fabrique des *fleurs*. Les chambres se chauffent alors assez pour que tout le soufre qui s'y condense devienne liquide ; lorsqu'il atteint un certain niveau, on le tire au moyen d'un robinet *t*, placé sur une plaque de fonte à la partie inférieure de la chambre. Il est reçu dans une petite chaudière B, placée sur un foyer légèrement chauffé pour empêcher que la matière ne redevienne solide ; on la puise avec une cuiller et on la verse dans des moules de bois légèrement coniques, préalablement refroidis dans des baquets d'eau froide. On laisse refroidir les moules, puis on en sort le soufre ; il est alors plié et emballé.

L'emploi du soufre pour combattre la maladie de la vigne (oïdium) a donné une grande importance à la fabrication du soufre en fleurs, qui autrefois était tout à fait insignifiante. On faisait nécessairement un peu de fleurs dans la fabrication du soufre en canons, mais on n'en faisait pas spécialement, comme aujourd'hui, de grandes quantités.

C'est dans le département de l'Hérault principalement, et ensuite dans le département de l'Aude, qu'un grand nombre d'usines à sublimer le soufre ont été montées depuis huit années en-

viron, par exemple à Montpellier, à Villeveyrac, à Béziers, etc. Les usines de Marseille, où se trouvait autrefois concentrée cette fabrication, ont pris aussi une extension considérable. Elle eût été bien plus grande encore s'il n'eût été reconnu que le soufre simplement trituré détruit l'oïdium comme le soufre en fleurs. Dès lors, la fabrication de ce dernier est devenue à peu près stationnaire, et c'est le soufre brut de belle qualité simplement trituré sous des meules et bluté au tamis de soie, qu'on a employé de préférence, à cause de son bas prix et de la facilité avec laquelle on peut en préparer, en peu de temps, les masses les plus considérables. Le soufre en fleurs, exigeant un appareil dont la production est fort limitée, ne peut être livré aussi facilement à la consommation, et son prix s'est à diverses reprises élevé à un taux excessif [1], alors qu'on ne fabriquait pas encore de soufre trituré.

Aujourd'hui, cet inconvénient n'est plus à craindre, et l'écart des prix entre les deux soufres n'est guère que de 6 à 7 fr., qui représentent la différence des frais de leur fabrication.

On admet que, dans un appareil qui distille 1,200 kilogr. de soufre en 24 heures et produit 1,100 kilogr. environ de fleurs, la sublimation de 100 kilogr. de soufre coûte de 7 à 8 fr.; la trituration de 100 kilogr. de soufre au moyen d'une simple meule verticale mue par un cheval, et le blutage au tamis de soie ne coûte pas au delà de 1 fr. 50 c., et ce modeste appareil peut triturer plus de 1,000 kilogr. par jour. Dans les usines montées avec des meules doubles mues par la vapeur, comme on en voit à Montpellier, à Cette, à Frontignan, à Villeveyrac, à Béziers, etc., la fabrication coûte encore moins et peut être indéfinie sous le rapport des quantités.

Il en résulte que, dans l'Hérault, la fabrication du soufre brut trituré mécaniquement pour le traitement de la vigne est environ dix fois plus considérable que la fabrication du soufre sublimé. Ces chiffres ont leur importance; car le seul département de l'Hérault ne consomme pas moins, chaque année, de 12,000 tonnes de soufre pour la culture de ses vignes. Aucun département n'en consomme, à beaucoup près, une aussi grande quantité.

[1] De 1856 à 1859, on a payé des soufres sublimés jusqu'à 60 fr. les 100 kil. et plus encore. Aujourd'hui, ils ne valent guère, à Montpellier, que 25 à 26 fr.

ESSAI COMMERCIAL DU SOUFRE SUBLIMÉ OU TRITURÉ.

D'après mes expériences et celles de M. Chancel, les bonnes fleurs renferment de 15 à 31 dix-millièmes de leur poids d'acide sulfurique ; on en trouve même dans lesquelles cette proportion s'élève à 50 dix-millièmes. Aussi les fleurs ont-elles une saveur acide prononcée, quand on les met sur la langue. Les fleurs grossières sont généralement moins acides que les autres; la proportion d'acide qu'elles contiennent varie entre 10 *et* 20 *dix-millièmes* de leur poids.

Le sulfure de carbone ne dissout point entièrement les fleurs de soufre, parce qu'elles renferment une proportion de soufre amorphe insoluble. Dans les bonnes fleurs, cette proportion varie de 22 à 35 pour 100 de leur poids ; dans les fleurs grossières, elle ne s'élève guère qu'à la proportion de 14 à 18 pour 100.

Les fleurs de soufre ne se laissent pas mouiller par l'eau ; l'alcool et l'éther les mouillent au contraire très-bien.

Plus l'état de division des fleurs de soufre est grand, plus elles sont légères, c'est-à-dire moins elles pèsent sous le même volume. Plus les fleurs sont fines, plus elles conviennent au soufrage des vignes ; le même poids peut alors couvrir des surfaces plus grandes en produisant les mêmes effets. Il importe donc de titrer la finesse des *fleurs* qu'on emploie dans les vignes attaquées d'oïdium ; on se sert pour cela du tube essayeur de M. Chancel qui consiste en un tube de 17 à 18 millim. de diamètre, divisé en 100 parties égales, de manière que chaque division soit du volume d'un quart de centimètre cube. On pèse cinq grammes de la *fleur* à essayer et on l'introduit dans le tube ; on pourrait alors chercher combien le soufre occupe de degrés dans le tube, mais le tassement étant inégal on n'obtiendrait pas des résultats comparables. Pour faire disparaître toute inégalité, on met la fleur en suspension dans un liquide qui la mouille bien, et on se sert pour cela d'éther sulfurique ordinaire.

On remplit le tube d'éther, on l'agite avec la fleur, de manière que la masse entre en suspension dans le liquide, on le place verticalement sur un support et on le laisse reposer.

Au bout de cinq minutes, le tassement définitif est fait, et on peut lire le résultat sur la graduation du tube.

On reconnaît ainsi que les bonnes fleurs du commerce donnent de 50 à 60°. Les fleurs de qualité supérieure occupent de 75 à 90 divisions. Il est rare d'en trouver qui atteignent à 95 et à

100° ; cependant on en trouve. Les qualités inférieures occupent de 35 à 40 divisions.

Le soufre en fleurs de bonne qualité est plus léger sous le même poids que le soufre trituré, il est aussi plus pur ; à poids égal, il peut soufrer une surface plus grande, selon que le trituré est plus ou moins divisé : aussi est-il plus cher. Quant à l'action moléculaire de l'un et de l'autre soufres sur l'oïdium et la végétation de la vigne, elle est la même.

Le soufre trituré se présente sous la forme d'une poudre d'un jaune clair ; plus il est fin, plus la couleur en est pâle. Examiné au microscope, on le trouve formé d'une multitude de petits cristaux plats, anguleux, dont la forme n'a aucune analogie avec les globules sphériques de la fleur.

Les soufres, très-finement triturés et passés au tamis de soie, sont souples et *crient* sous la pression des doigts, comme les sublimés. Ils sont cependant moins légers qu'eux.

Le tube divisé de M. Chancel peut servir à essayer et à comparer entre eux les soufres triturés ; il faut attendre leur tassement plus longtemps que pour les sublimés ; comme ils n'ont pas la même forme moléculaire, les indications de l'essai ne sont pas rigoureusement comparatives entre sublimés et triturés, cependant elles sont suffisantes pour fixer sur leur valeur réciproque.

La plupart des triturés du commerce donnent de 35 à 40°, comme les fleurs de qualité inférieure.

Les triturés les plus fins et les plus purs que j'aie pu obtenir par une double porphyrisation titrent 70°.

Ils sont susceptibles probablement d'atteindre un titre plus élevé, et alors ils seraient égaux aux meilleures fleurs.

Les soufres destinés à la culture de la vigne sont répandus, soit avec des soufflets sans soupape, dont la cavité sert elle-même de réservoir, soit avec des boites coniques, dont le gros bout est persillé de petits trous. Les soufflets répandent mieux la poussière, et permettent d'opérer plus vite, aussi sont-ils préférés.

H. Marès.

CHAPITRE II. — SULFURE DE CARBONE.

Le procédé suivi dans les arts pour la fabrication du sulfure de carbone est identique à celui dont le chimiste fait usage pour

préparer dans le laboratoire de petites quantités de ce corps. Il consiste, ainsi que l'apprennent les *Notions de chimie* (Voy. Introduction, p. 137), à diriger sur une masse de charbons poreux et incandescents un courant de vapeur de soufre. Les appareils adoptés pour pratiquer cette réaction ne sont eux-mêmes que des imitations plus ou moins parfaites des tubes ou des cornues tubulées, usités dans le laboratoire.

C'est à M. Perroncel qu'est due, en France, la construction du

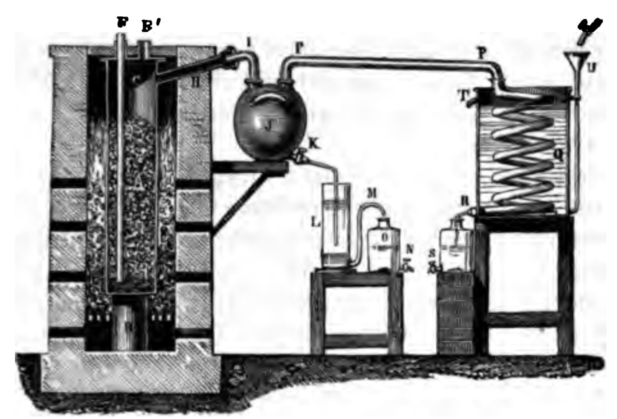


Fig. 500.— Appareil de M. Perroncel pour la fabrication du sulfure de carbone.

premier appareil destiné à la fabrication, sur une grande échelle, du sulfure de carbone. Cet appareil consistait en un cylindre de fonte A, solidement assis dans un fourneau prismatique en brique, et mesurant environ 2 mètres de hauteur sur 0^{m},30 de diamètre. La partie supérieure de ce cylindre était fermée par un couvercle mobile, s'ajustant au moyen de brides et portant deux tubulures F, F'; dans la première F pénétrait un long tube de porcelaine, ou mieux de fonte, descendant jusqu'à quelques centimètres du fond du cylindre; ces deux tubulures pouvaient d'ailleurs être aisément fermées par des bouchons de terre ou de métal. Un peu au-dessous du couvercle, le cylindre portait un tube H légèrement relevé, venu à la fonte, et d'une longueur telle qu'il dépassât de quelques centimètres la paroi du fourneau; un tuyau courbé en poterie, ou mieux en verre I, luté avec soin, établissait la communication entre le cylindre et la tourie J. Celle-ci était munie à la partie inférieure d'un robinet de vidange K, et portait sur sa deuxième tubulure un long tube de verre PP destiné à conduire

les vapeurs dans un serpentin ordinaire. Le charbon était chargé par F′ dans le cylindre, puis celui-ci une fois porté au rouge, le soufre projeté peu à peu dans le tube F. Sous l'influence de la chaleur qu'il rencontrait à la partie inférieure de l'appareil, le soufre ne tardait pas à fondre, puis à se vaporiser; s'élevant alors à travers le charbon rouge, il s'y combinait aisément et les vapeurs de sulfure de carbone venaient bientôt se condenser tant dans la tourie J, où s'arrêtait également le soufre entraîné, que dans le serpentin Q.

L'appareil primitif de M. Perroncel a été modifié d'une manière heureuse, par M. Deiss d'une part, et d'une autre par MM. Gérard et Aubert; ces deux modifications sont aujourd'hui mises en œuvre avec succès.

Aux cornues de fonte, M. Deiss a substitué des cornues en terre analogues aux cornues à gaz et revêtues intérieurement d'un vernis inattaquable par les vapeurs de soufre. Pour rendre la fabrication plus régulière et plus considérable à la fois, M. Deiss dispose quatre de ces cornues verticales dans un même massif et les chauffe au moyen d'un foyer unique. Chacune de ces cornues porte sur son fond un manchon de terre concentrique de 15 cent. de hauteur environ et qui en diminue le diamètre. Ce manchon est destiné à former rebord et à porter une grille en terre réfractaire percée de trous, sur laquelle on accumule la charge de charbon de bois concassé, ou mieux de braise, dont le soufre en vapeurs doit opérer la combustion. La partie supérieure de la cornue, destinée à la charge des matières, est presque identique à la partie correspondante des cornues en fonte de M. Perroncel. On y trouve trois tubulures : l'une, plus large que les deux autres, sert à l'introduction du charbon, introduction que l'on renouvelle trois fois en vingt-quatre heures; la seconde porte un long tube droit en terre réfractaire qui, descendant jusqu'à la grille placée à la partie inférieure, la traverse et pénètre jusqu'à l'entrée de l'espèce de chambre qui forme l'intervalle compris entre cette grille et le fond de la cornue; la troisième, enfin, conduit les vapeurs de sulfure de carbone à l'appareil condensateur.

Pour opérer avec cet appareil, la cornue étant remplie de charbon de bois et chauffée au rouge vif, on fait glisser dans l'intérieur du tube de charge une cartouche de papier de même diamètre et renfermant 4 à 5 kil. de soufre; arrivée à la partie inférieure, cette cartouche, dont le papier se carbonise, laisse échapper le soufre qui fond dans cette sorte de chambre intérieure, dont nous

[redacted]

ıvons déjà parlé, et dont les vapeurs s'élèvent bientôt à travers la ıasse de charbon incandescente, qu'elles brûlent et transforment n sulfure de carbone. L'emploi de la grille en terre, imaginée par [. Deiss, présente plusieurs avantages et, entre autres, celui d'évi-ır tout contact entre le soufre fondu et les cendres de charbon, ›ntact qui serait nécessairement suivi de la formation d'une ıantité correspondante de sulfures alcalins. L'appareil est du ıste maintenu en activité par des additions successives de soufre, ites à intervalles réguliers, et qui portent la consommation de ıaque cylindre à 185 kil. environ par vingt-quatre heures.

Au sortir du cylindre producteur, les vapeurs de sulfure de ırbone sont conduites dans un condenseur particulier. Celui-ci, ›nt M. Deiss n'a pas cru pouvoir autoriser la publication détail-e, consiste en une série de cloches ouvertes par le bas et plon-ɜant dans des caisses de plomb pleines d'eau. Le sulfure de car-ɔne, qui, dans le cours de la fabrication et par suite de sa densité, › rassemble à la partie inférieure, peut, lorsque la quantité ɔcumulée paraît suffisante, être enlevé au moyen d'un siphon t conduit dans des bassins remplis d'eau, placés aussi loin que ossible des foyers où la production a lieu, de manière à mettre ı matière fabriquée à l'abri des chances d'incendie.

L'appareil de MM. Gérard et Aubert, composé d'une cornue

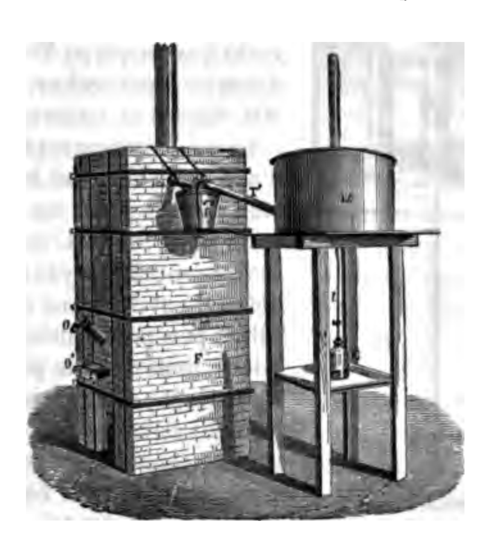


Fig. 501. — Appareil de MM. Gérard et Aubert pour la fabrication du sulfure de carbone.

unique et destiné à une fabrication moins considérable, diffère aussi d'une manière notable de l'appareil primitif de M. Perroncel; en effet, dans la cornue de MM. Gérard et Aubert, le charbon seul est introduit par la partie supérieure, et la charge du soufre a lieu par le bas. L'appareil, considéré dans son ensemble, se compose d'une cornue verticale en fonte, à section elliptique, et reposant sur un pilier en maçonnerie à une petite distance d'un foyer que l'on chauffe à la houille. Cette cornue est soigneusement dressée dans un massif en brique F, dont ses parois sont suffisamment éloignées pour permettre à la flamme de l'entourer de tous côtés. Vers la partie inférieure, elle porte deux ajutages latéraux : l'un O, fermé par une plaque à vis, est destiné à enlever le résidu des opérations terminées ; l'autre O', légèrement redressé et fermé par une plaque mobile à charnière, sert au chargement du soufre. A la partie supérieure, la cornue porte également deux tubulures : l'une verticale, se dressant au sommet du fourneau, sert à charger le charbon ; l'autre latérale porte un tuyau de fonte destiné au départ des vapeurs de sulfure de carbone. Sur sa route, ce tuyau rencontre une sorte de pot en fonte R, mobile et maintenu par des brides, dans lequel se condense une quantité considérable de soufre entraîné pendant la distillation. Les vapeurs de sulfure de carbone, au sortir de ce pot, arrivent enfin par le tuyau T' dans un condensateur particulier, imaginé par MM. Gérard et Aubert.



Fig 502. — Condensateur de MM. Gérard et Aubert pour la fabrication du sulfure de carbone.

Ce condensateur est formé d'abord d'une sorte de caisse lenticulaire en zinc, dans laquelle les vapeurs arrivent par le tuyau A. Sur cette caisse se dressent des tuyaux T, T..., qui débouchent dans une deuxième lentille à peu près semblable à la première, mais ouverte par en haut et recouverte par une sorte de chapeau formant fermeture hydraulique ; le tout est placé dans une boîte métallique dans laquelle l'eau circule et peut être renouvelée à la manière ordinaire. Le sulfure de carbone se condense en traversant ces surfaces

efroidies et descend par un tuyau vertical muni d'un robinet ui permet de régler l'écoulement. Un tuyau D, placé à la partie ıpérieure du condensateur, conduit au dehors de l'atelier les ortions de sulfure que l'appareil aurait été impuissant à con- ınser.

La consommation d'un appareil, semblable à celui que nous nons de décrire, est de deux hectolitres et demi de charbon de ›is par jour; de dix en dix minutes, on projette par l'ajutage O, ou 3 kil. de soufre, et l'on recueille le sulfure au fur et à me- re de sa production. Le rendement est d'environ 100 parties sulfure pour 100 parties de soufre employé; la théorie exige it 118 parties de sulfure, mais la condensation de ce corps est difficile qu'il n'y a pas lieu de s'étonner des pertes que nous nons de signaler.

Quel qu'ait été l'appareil employé à la production du sulfure de rbone, celui-ci est loin d'être pur; il renferme environ 15 pour 10 de soufre dissous, entraîné par la distillation, et dont il est né- ssaire de le débarrasser. Pour cela, le sulfure est placé dans un ambic en zinc capable d'en renfermer 300 kil. environ; cet ambic plonge dans un bain-marie dont l'eau est chauffée par s serpentins de vapeur; sous l'influence de l'élévation de tem- érature qui en résulte, le sulfure de carbone distille à 46°, s vapeurs traversent un serpentin en zinc formé de larges ıyaux horizontaux disposés dans une caisse d'eau froide, et le roduit condensé s'écoule dans des touries dont le col est garanti u contact avec l'air extérieur par une bague en caoutchouc.

La distillation terminée, on retrouve dans l'alambic une masse e soufre formé de petits cristaux agglomérés et propre à rentrer ns la fabrication. Les cristaux de soufre, ainsi obtenus comme ésidu, exhalent une forte odeur alliacée due à la présence d'une natière particulière, obtenue par M. Aimé Girard, en faisant réa- ir l'hydrogène naissant sur le sulfure de carbone. La présence de e produit $(CHS)^m$, dans ces circonstances, doit être attribuée à humidité du charbon et du soufre et au dégagement d'hydrogène ui se produit au contact de cette eau et du charbon rouge.

Le sulfure de carbone exige, dans le cours de sa fabrication et ns son maniement une fois fabriqué, les plus grandes précau- ions. Sa grande volatilité, le poids considérable de sa vapeur D=2,67), sa facile inflammabilité, la nature des produits de sa ombustion (SO^2+CO^2) en font un des corps les plus dangereux de chimie. Aussi, la fabrication de ce corps ne doit-elle avoir lieu

que sous des hangars bien aérés; son transvasement, sa
tillation doivent être pratiqués aussi loin que possible de
foyer, et son transport à de grandes distances, dangereux
des vases de verre ou de grès, ne doit être effectué que dan
caisses en fonte, ainsi que cela se pratique actuellement po
expéditions en Angleterre.

Les emplois du sulfure de carbone tendent à se multi
chaque jour. Appliqué d'abord à la mise en pâte du caoutch
le sulfure de carbone a reçu dans ces dernières années des a
cations nouvelles et beaucoup plus considérables. M. Deiss e
un parti précieux pour retirer des tourteaux d'huiles, des
cuisine, des chiffons employés au graissage des machines, etc.
quantités considérables d'huiles et de graisses perdues jusqu
jour. M. Moussu l'utilise pour le traitement des grès bitumin
M. Millon a basé sur son emploi un élégant procédé d'extra
des parfums; enfin, cette matière remarquable semble appe
rendre aux arts les plus grands services par l'énergie de l'a
dissolvante qu'elle exerce sur tous les corps gras, résineu
essentiels.

AIMÉ GIRARD.

[redacted]

SUCRE

cre se rencontre dans un grand nombre de plantes à l'état
sable : dans la canne, le sorgho, le maïs, la betterave,
n, la patate douce, les noix de coco, l'ananas, les dattes, la
ı palmier, de l'érable, du bouleau et dans les bulbes de
rs liliacées.
États-Unis, on obtient des quantités assez considérables de
e la séve de l'érable, environ 40 à 50 millions de kilogr.
ve se recueille comme la résine des pins, au moyen d'in-
pratiquées dans la partie inférieure des arbres. Nous ne
ien de ce procédé qui n'a rien d'industriel, et nous arri-
de suite à la fabrication du sucre de betterave.

I.— SUCRE DE BETTERAVE.

CULTURE DE LA BETTERAVE.

culture donnée à la betterave dépend souvent sa qualité.
mmencerons donc par un examen rapide de cette culture.
tterave cultivée avec intelligence améliore le sol par les
profonds, les fumures considérables et l'ameublissement
exige. Les couches inférieures, qui ont lentement amassé
oré les matières nécessaires à la végétation des céréales,
menées à la surface. La terre est divisée et rendue per-
à l'air et à la pluie; enfin les résidus de la fabrication per-
t d'entretenir un nombre plus considérable de bestiaux,
ficie égale, et de produire des fumiers plus abondants.
n double avantage pour l'agriculture : augmentation et
ent de la terre en céréales et production de viande plus
rable.
important pour le fabricant d'avoir des betteraves aussi
n sucre que possible; le cultivateur, au contraire, vise à
ntité; de là deux tendances inverses qui se produisent
a fabrication et la culture ne sont pas dans la même main
en Allemagne. La richesse en sucre est d'ordinaire en

raison inverse de la grosseur des betteraves et en raison directe de leur densité.

Tous les terrains ne sont pas propres à cette culture, qui exige un sol profond et sain. Les terres marécageuses et tourbeuses produisent des plantes aqueuses et très-pauvres en sucre.

La betterave ne doit revenir dans l'assolement que tous les trois ou quatre ans, pour ne point épuiser le sol et pour conserver des produits sucrés. La nature des fumiers influe également sur la qualité de la récolte. En général, il faut éviter les engrais qui contiennent des quantités notables de sels de potasse et de soude. La betterave absorbe ces sels qui, par leur présence dans les jus, empêchent le sucre de cristalliser et augmentent la quantité naturelle de mélasse.

La betterave se sème de mai à juin, soit au plantoir, soit au semoir. Les lignes doivent être espacées de 30 à 40 centimètres au plus. Comme on a souvent à redouter que les graines ne soient mangées par les insectes au moment de la germination, il est bon de les praliner avec du noir fin.

Quand les betteraves ont acquis un centimètre de diamètre, on doit avoir grand soin de les éclaircir et de les biner. Trois ou quatre binages suffisent d'ordinaire suivant la saison. Seulement il faut, autant que possible, les pratiquer par un temps sec et chaud qui fane de suite les mauvaises herbes et les empêche de reprendre.

Vers l'époque de la maturité on peut arracher quelques feuilles des betteraves pour donner aux bestiaux en petites quantités. Un effeuillage poussé trop loin nuirait au développement des racines.

On reconnaît la maturité à la coloration jaune que prennent les feuilles et surtout aux essais chimiques des racines. Plus l'arrachage est tardif, plus il semble que la betterave soit riche et facile à travailler. Il faut seulement avoir soin de tout sortir de terre avant les gelées, qui attaqueraient les plantes et pourraient même empêcher complétement l'arrachage. On enlève le collet des betteraves, soit en place avec une bêche, soit, au contraire, au moment de mettre en tas, ou mieux encore immédiatement avant de les travailler.

Les betteraves qui ne peuvent pas être employées de suite sont mises dans des silos dont la forme varie avec le temps qu'elles doivent y séjourner. Pour les conserver longtemps saines, il faut prendre les précautions suivantes : on pratique, à 50 centimètres

[redacted]

profondeur, une tranchée de 1 mètre 20 c. de large; on place ns le milieu de la tranchée une ligne de fagots au-dessus de juelle on dispose les betteraves en ménageant, de distance en stance, des cheminées verticales remplies par des fagots, et on couvre le tout de terre. Il faut, en un mot, que les silos soient en aérés pour laisser échapper l'humidité qui sort naturellement des betteraves, mais en même temps que les plantes soient nplétement à l'abri de la gelée.

Les seules variétés de betteraves qu'on emploie dans la fabrican du sucre sont les betteraves blanches de Silésie à collet vert à collet rose. Mais, pour maintenir la qualité, il est essentiel renouveler, de temps en temps, les graines au dehors et de oisir avec soin ses porte-graines.

Le procédé le plus simple qu'on puisse employer pour cela isiste dans l'emploi d'un bain de sel convenablement doux qui iique immédiatement la densité de toutes les betteraves qu'on y nge. On ne conserve, comme porte-graines, que les plus douces: les qui tombent au fond du bain. C'est au moyen de soins de genre qu'on est arrivé, notamment en Allemagne et dans les tures de M. Vilmorin, à obtenir des plantes qui contiennent qu'à 14 et 15 pour 100 de sucre.

FABRICATION DU SUCRE DE BETTERAVE.

Lorsque la betterave a été amenée à la fabrique, il est utile de faire éplucher par des femmes qui enlèvent les collets si le colletage n'a pas été fait dans les champs, et les parties gâtées. jette les betteraves dans un laveur mécanique, cylindre à clairee en fer ou en bois long de 2 à 3 mètres. Une transmission lui faire 12 à 15 tours par minute dans une caisse pleine d'eau. betteraves, chassées par des ailes placées à l'intérieur, tomt sur un plan incliné à claire-voie qui les conduit à la râpe. y. FÉC, *Fécule.*)

La râpe est un cylindre de 60 centimètres de diamètre, tournant c une vitesse de 800 tours à la minute et garnie de lames de placées parallèlement à l'axe. On obtient une pulpe plus ou ins fine, suivant l'écartement des dents des lames et la vitesse pousseurs mécaniques qui appuient les betteraves contre la e. Comme la pulpe est souvent un peu sèche et qu'elle remplit ilement l'intervalle creux qui est entre les lames, on la rend s fluide au moyen d'un filet d'eau qu'on fait constamment

couler sur la râpe ; cela empêche l'empâtement des lames et facilite l'extraction du jus.

Au sortir de la râpe, la pulpe est d'un blanc rose ; mais elle se colore à l'air. On ne sait pas si cette coloration vient de l'oxydation de la matière colorante seule ou si elle indique une altération du sucre lui-même. Dans le doute, on opère la mise en sac aussi vite que possible, soit à la main, soit à l'aide d'un pelleteur mécanique qui remplit les sacs très-également.

Les sacs sont en laine, quelquefois en crin ou en cheveux, comme dans les stéarineries.

Lorsque les sacs sont remplis, on les place sur une presse préparatoire disposée aussi près que possible de la râpe et mue par la vapeur directe, par une pompe hydraulique ou par une simple vis. Entre chaque sac, on place une plaque en tôle ou un treillage en fer.

Après cette première pression, qui donne environ 45 pour 100 de jus, on place les sacs dans un ordre inverse sur le plateau d'une presse hydraulique ; mais, comme ces presses agissent avec une puissance énorme (80,000 kilogr.), il faut opérer très-lentement, sans quoi on déchirerait beaucoup de sacs. Les presses hydrauliques sont mises en mouvement par des pompes séparées. Quelquefois on les attelle deux à deux sur une même pompe. Mais il vaut mieux, croyons-nous, refouler, avec une ou deux pompes, l'eau dans une colonne creuse en fonte, munie d'un piston chargé de poids considérables. Chaque presse est mise en communication par un simple robinet avec cette colonne qui sert de réservoir de pression.

La pulpe contient encore une certaine quantité de jus, malgré la seconde pression ; quelquefois on en opère une troisième, après avoir trempé les sacs dans l'eau pure, ou mieux encore en vidant la pulpe pour la mélanger d'eau et la remettre en sacs.

La pulpe doit être en gâteaux plats bien secs ressemblant à du carton gris ; on la livre en cet état aux cultivateurs.

Il faut avoir soin de laver à grande eau les sacs après chaque opération ; il est même utile de les tremper, de temps en temps, dans une dissolution contenant une substance antiseptique, afin de détruire les principes de fermentation qui peuvent se développer dans les tissus.

Ces diverses pressions permettent d'extraire jusqu'à 82 pour 100 de jus, pesant en moyenne de 4° à 6° au pèse-jus, suivant la qualité des betteraves employées.

On voit que ce procédé exige une main-d'œuvre considérable ; les jus contiennent une quantité notable de matières étrangères qu'ils entraînent sous l'action d'une pression énergique.

Les débris de cellules, les matières albumineuses, déterminent facilement des fermentations en séjournant dans les conduits qui mènent les jus à la défécation. Pour éviter ces dangers, il est essentiel que les jus ne séjournent nulle part que le temps strictement nécessaire. Il faut, de plus, avoir le soin de maintenir la plus grande propreté dans les ustensiles et le local lui-même, au moyen de fréquents lavages.

Si on apercevait quelques traces de fermentation, il ne faudrait pas craindre d'*arrêter le travail* et de procéder à un lavage général avec une eau légèrement chargée de chaux.

Les inconvénients que nous venons d'énumérer ont fait imaginer d'autres procédés d'extraction. La macération à l'eau chaude de la betterave divisée en prismes au moyen d'un coupe-racines a été essayée avec quelque succès. On opérait dans des vases clos au moyen d'un lavage méthodique. Ce procédé donnait des jus très-faibles, lorsqu'on voulait épuiser complétement ; il avait, de plus, l'inconvénient de rendre soluble, par l'élévation de la température, une plus grande quantité de matières organiques.

M. Schutzenbach, inventeur de ce procédé, en a imaginé depuis un autre qui s'est promptement répandu dans toute l'Allemagne.

La betterave est découpée par la râpe en fines lanières. On en met dans cet état 300 kilogr. dans le premier vase d'une batterie de dix récipients, soit horizontaux, soit superposés, qui composent l'appareil. Des faux fonds retiennent la pulpe, qui est mise en mouvement par un double agitateur faisant 25 tours à la minute. On verse de l'eau, et, au bout de quelques minutes, on met en communication avec le second vase qui vient d'être rempli. L'eau passe successivement dans le deuxième, le troisième et le quatrième vases, et se charge, de plus en plus, de matières sucrées. Quand la pulpe du premier vase est épuisée, on envoie l'eau claire sur le second et on vide le premier.

Le passage des jus d'un vase à l'autre se fait par la différence du niveau, ou, si l'appareil est horizontal, au moyen de petites pompes centrifuges. L'opération, en un mot, est un lavage méthodique.

Ce système s'est répandu en Allemagne. Il n'est employé en France que dans une ou deux fabriques ; on lui reproche la qualité trop aqueuse et le poids de sa pulpe ; mais tous les renseigne-

ments s'accordent à établir qu'il donne un rendement supérieur.

Il a été fait des essais de presse continue, mais jusqu'ici ils n'ont donné aucun résultat pratique. Indiquons, néanmoins, la presse circulaire de M. Philippe fils, qui nous parait dans une bonne voie de réussite. Elle consiste dans un tambour fixe et un tambour intérieur mobile excentrique au premier. L'excentricité des deux cylindres fait varier l'intervalle qui les sépare de 8 centimètres à 1 centimètre. Le cylindre intérieur est armé de palettes à ressort qui rentrent à mesure que le conduit se rétrécit devant elles. Elles chassent la pulpe, qui est ainsi obligée de passer par un canal de plus en plus étroit ; le jus qui s'écoule par suite de cette pression sort, par les trous d'une plaque de cuivre percée qui recouvre le tambour intérieur. Si cet appareil ou tout autre analogue réussissait pratiquement, il rendrait un grand service aux fabricants en supprimant un matériel et des frais de main-d'œuvre considérables.

Des presses ou macérations, les jus sont conduits à la défécation, soit par une pente naturelle, soit par un monte-jus.

A ce moment de l'opération, les jus sont troubles et retiennent des matières étrangères. La défécation a pour but de les rendre clairs et de les purifier, en coagulant ces matières étrangères au moyen de la chaux, sous l'influence de la chaleur.

La chaux sature les acides organiques, se combine avec l'albumine, les matières gommeuses et azotées, décompose les sels de potasse et de soude, élimine une matière grasse, la caséine, et les matières colorantes. Les débris organiques, fragments de cellules et autres, sont entraînés mécaniquement dans les écumes.

Mais, d'un autre côté, elle s'unit au sucre, et le saccharate de chaux, étant très-soluble, reste dans les mélasses et empêche ainsi une certaine quantité de sucre de cristalliser, tout en donnant aux sirops une consistance visqueuse qui rend la filtration et la cuite très-difficile. Il faut, par conséquent, éviter l'emploi d'un excès de chaux; mais il faut cependant que la quantité de chaux ne soit pas non plus trop faible, car, dans ce cas, les défécations se font mal et les jus restent louches par la présence des matières qui empêchent la cristallisation.

On ne peut pas déterminer *à priori* la quantité de chaux nécessaire. Elle varie suivant l'état de la betterave. Au commencement de la filtration, si la plante n'est pas bien mûre, il faut plus de chaux; il en est de même vers la fin de la fabrication, quand les betteraves s'altèrent sous l'influence de la température et d'un

[redacted]

ıencement de végétation. Le poids de la chaux employée de 4 à 10 kilogr. par 1,000 litres de jus.

comprend combien il est essentiel d'avoir de la chaux de ɘ qualité, c'est-à-dire ne contenant pas de silice ni surtout •. On prend de la chaux éteinte, on la réduit en poudre et on sse au tamis, puis on ajoute de l'eau jusqu'à ce que le mé-soit tel que 10 litres de cette bouillie claire contiennent en-1 kilogr. de chaux vive.

.gré les inconvénients de la chaux, certains fabricants veu-[u'elle soit toujours un peu en excès, afin que les jus restent ns pour éviter les fermentations.

chaudières à déféquer, contenant 15 à 20 hectolitres, sont ivre ou en tôle et munies d'un double fond ou d'un serpen-.auffés par la vapeur directe à 5 atmosphères.



503. — Chaudière de défécation.

.dière en cuivre séparée par l'espace D cule la vapeur d'un double fond en cui-ı en fonte.
se en cuivre.
.n de vapeur.
.n de départ des jus déféqués.
net de vidange des matières insolubles.

Dès que la chaudière est remplie de jus, on ouvre le robinet de vapeur E. Quand la température est arrivée de 60 à 85°, on verse le lait de chaux en brassant la masse, afin d'obtenir un mélange parfait, et on chauffe graduellement jusqu'à l'ébullition. Au premier bouillon, on ferme la vapeur. Si on laissait l'ébullition se prolonger, les écumes réunies à la surface se diviseraient, se répartiraient dans la masse en troublant la li-et les jus se coloreraient.

juge que la décoloration est bonne, quand les écumes sont ı, d'un blanc verdâtre, d'une apparence sèche ; elles doivent acher des bords de la chaudière, se fendiller en laissant ɔer une odeur ammoniacale ; le jus enfin est limpide et belle couleur ambrée. Si ces caractères ne sont pas bien ets, la défécation est mauvaise, et il faut soit augmenter, minuer, la quantité de chaux suivant ce qu'indique l'expé-et quelques tâtonnements.

laisse la liqueur reposer 15 à 20 minutes, pour qu'elle se ːe bien, et on ouvre le robinet V en laissant couler, tant que

le jus est clair, dans le réservoir qui alimente les filtres à g
noir.

Dès que le jus coule trouble on l'envoie par R dans des poc
à écume ; les parties les plus liquides s'écoulent, et les écumes
s'amassent dans les poches sont soumises à l'action d'une pre
à vis ; le liquide qui en sort est renvoyé à la défécation ou empl
au lavage des râpes. Quelquefois on fait couler le jus clair de
défécation dans une dalle remplie de gros noir jusqu'à la moi
de sa hauteur, afin d'enlever, par cette première filtration mé
nique, les quelques débris ou flocons d'écume entraînés.

Ledosage de la chaux nécessaire pour une bonne défécation
assez délicat. Si on en met trop peu, les jus sont louches et f
mentent facilement ; si on en met trop, la cuite est difficile. P
éviter ces inconvénients, M. Rousseau, reprenant une idée ém
il y a longtemps par M. Kuhlmann, imagina d'employer un gr
excès de chaux et de précipiter cet excès de chaux par l'ac
carbonique. On ajoute à la défécation cinq ou six fois autant



Fig. 504. — Appareil Rousseau pour la défécation.

O. Chaudière ordinaire à déféquer.
P. Pompe à air.
F. Four clos rempli de charbon.
V. Flacon laveur plein d'eau.
tt''. Tuyau de dégagement de l'acide
nique.

chaux que dans le premier procédé, soit environ 25 kilogr.
1,000 litres de jus, on arrête la vapeur à 95° et on filtre sur une
plucheuse recouverte de 25 centimètres de gros noir. Les jus
tenus ainsi sont peu colorés. On les fait arriver dans des cuves
tôle munie de deux serpentins : un pour la vapeur, l'autre p
de trous pour l'acide carbonique. Dès que l'acide carboniqu
dégage, le précipité se forme, les jus se troublent, leur légère
cosité cesse et la mousse blanche qui s'était formée à la surf
disparaît, ce qui indique la fin de l'opération ; on arrête le ga
on fait bouillir, pour chasser l'acide carbonique en excès
retiendrait en dissolution un peu de carbonate de chaux.

nte et on filtre. L'acide carbonique est produit dans un réci- : en tôle double garni intérieurement jusqu'à la moitié de uteur d'une couche de terre à creuset; sur la grille du fond, lace du charbon de bois allumé, puis du coke, environ le ième en poids de la chaux employée. Une petite machine lante chasse l'air à travers le coke et entretient la combus- L'acide carbonique qu'on obtient ainsi se rend dans un vase li d'eau où il se lave, et de là dans la cuve. Dans une fa- ne importante, on produit plus économiquement l'acide car- que avec un four à chaux. Une machine aspirante et souf- e enlève les gaz qui se dégagent d'un four coulant et les ulent à travers l'épurateur et les cuves.

puis quelque temps, on emploie avec succès un troisième édé, inventé par MM. Possoz et Perier. Comme dans le pro- précédent, on emploie à la défécation un excès de chaux qui ous paraît pas très-nécessaire; on arrête avant l'ébullition et décante dans des cuves où, après avoir rajouté un peu de x, on fait arriver l'acide carbonique. Dès que le jus est sa- , on le porte à l'ébullition; on l'envoie dans des vases où se a décantation et on traite une seconde fois les jus clairs par aux et l'acide carbonique; on décante et on filtre. Les jus nus par ce procédé sont très-purs et très-peu colorés.

s boues de carbonate de chaux sont, dans les deux procédés, ies aux écumes de la défécation et traitées de même.

cide carbonique ne précipite pas complétement la chaux; ésence du sucre retient en dissolution un peu de carbonate. se débarrasser complétement de la chaux, M. Wray a pro- l'emploi de la dissolution de noix de galle : on fait une de défécation à froid, on filtre pour enlever le précipité dant qui s'est formé, on ajoute de la chaux et on chauffe; ou 50°, on verse la noix de galle en brassant fortement. Le e doit plus rougir le papier de tournesol; les jus se traitent ite comme d'habitude. On a proposé également l'acide pec- , qui serait facile à préparer dans les fabriques de sucre.

y a quelques années, M. Garcia a tenté de neutraliser la x par les acides gras : on défèque et on refroidit le jus à 40°; joute alors une dissolution de savon de Marseille qui ne doit contenir de sel marin, on brasse et on enlève le savon cal- qui vient à la surface, on donne un bouillon, puis on filtre traite les jus comme d'habitude. Ce procédé a donné d'assez résultats avec des jus et des sirops très-altérés, qu'il eût

été difficile de traiter autrement. Dans un travail en
pourrait régénérer les acides gras et diminuer notabl
dépenses. Quelques fabriques, où on travaille par l'a
cédé de défécation, clarifient les sirops avec du sang c
surtout quand la chaux en excès leur donne une vis
arrête la cuite.

Lorsque les jus sont déféqués, on les fait passer sur
remplis de noir en grain qui a déjà servi à filtrer des ju

Les filtres sont de grands cylindres en tôle d'un
moins de diamètre et de 2 à 4 mètres de hauteur, mu
partie inférieure d'un faux fond en tôle percée, sur
place une toile pour empêcher l
passer au travers. A la hauteu
fond, une ouverture, appelée trou
et fermée par un obturateur à
enlever le noir, lorsque son pou
lorant est épuisé.



Fig. 505.— Filtre fermé pour la décoloration des jus sucrés.

B. Cylindre rempli de noir en grains reposant sur le faux fond E.
T. Tuyaux d'arrivée du jus.
S' Tube recourbe, mobile en son milieu, au moyen d'une boite à etoupes, et par lequel s'écoulent les jus décolorés.
D. Trou d'homme pour la charge du noir.
D'. Trou d'homme pour le nettoyage des cylindres.
R. Robinet de fond

Dans certaines fabriques, les fi
ouverts par le haut, ce qui néce
de surveillance pour maintenir l
dessus du noir sans risquer de le
ser par-dessus les bords du filtre
ploie les filtres fermés ou à press
éviter cet inconvénient.

Autrefois, le noir en grain joua
très-important dans la fabrication
non-seulement comme agent dé
mais surtout pour débarrasser la
jus en excès, le charbon d'os aya
priété d'absorber ou de retenir ju
10 pour 100 de carbonate de cha
cet état, il a perdu tout pouvoir dé
cela se reconnaît aisément à une c
grise prononcée. On peut facilem
barrasser de cette chaux par des
l'eau acidulée par l'acide chlorhy
par la fermentation en tas, qu'c
également d'eau acidulée. Le procé
seau, et plus encore la double c
tion, évitent ces inconvénients et
à rien, pour ainsi dire, l'emploi

[redacted]

nais quand on travaille par ces procédés, on ne saurait trop soi-ner sa revivification.

Des filtres, les jus vont à un réservoir qui les distribue aux ifférents appareils évaporateurs. On emploie généralement des ppareils à air libre pour cette première évaporation : ce sont des iaudières de 2 mètres de diamètre sur 0m,80 de profondeur, iauffées à l'aide d'un serpentin qui est muni de spires nom-reuses pour multiplier, autant que possible, les surfaces de iauffe et rendre l'évaporation plus rapide.

Pour entraîner rapidement les vapeurs qui se produisent pen-int l'évaporation et les empêcher de se répandre dans l'usine, ı couvre les chaudières d'une sorte de hotte, aboutissant à une ieminée ; une ouverture pratiquée à la hotte permet de sur-eiller l'opération. De temps en temps, l'ouvrier pèse le sirop, ırsqu'il est concentré à 25°, on arrête la vapeur et on laisse ıuler dans un monte-jus qui le remonte dans un réservoir placé u-dessus des grands filtres.

Pendant cette évaporation, le sirop est soumis à une tempéra-ıre de 103 à 104 degrés ; il se forme quelques écumes composées e matières albumineuses. Peut-être est-ce une des raisons qui xplique la qualité supérieure qu'on croit rencontrer dans les ucres évaporés à air libre, mais cela a l'inconvénient de colorer es sirops et de transformer en sucre incristallisable une certaine uantité de sucre cristallisable, ou, tout au moins, de l'altérer en endant le travail plus difficile.

Dans quelques usines, on a remplacé l'évaporation à air libre ar l'évaporation dans le vide, ce qui permet d'opérer à une empérature beaucoup plus basse, de 65° à 70° environ, par suite le la diminution de la pression sur la surface du liquide.

L'appareil employé consiste en une chaudière à double fond u à serpentins, chauffée par la vapeur directe et recouverte par ine calotte sphérique qui la ferme hermétiquement.

Un tuyau, muni d'une soupape qui permet d'interrompre à olonté la communication, met la chaudière en rapport avec un ondenseur, vase clos où la condensation s'opère au moyen d'une njection d'eau froide. Une pompe à air et à eau tout à la fois aspire eau du condenseur et sert à faire le vide. Des regards latéraux, ermés par des disques en cristal, permettent de surveiller la narche de l'opération. Un robinet, muni d'une sorte d'enton-noir, sert à introduire du beurre si le sirop mousse et tend à nonter.

Un autre robinet, à boisseau très-long et mobile, permet d
prendre dans l'appareil quelques gouttes de sirop pour juger l
degré d'évaporation. Un manomètre et un thermomètre indiquen

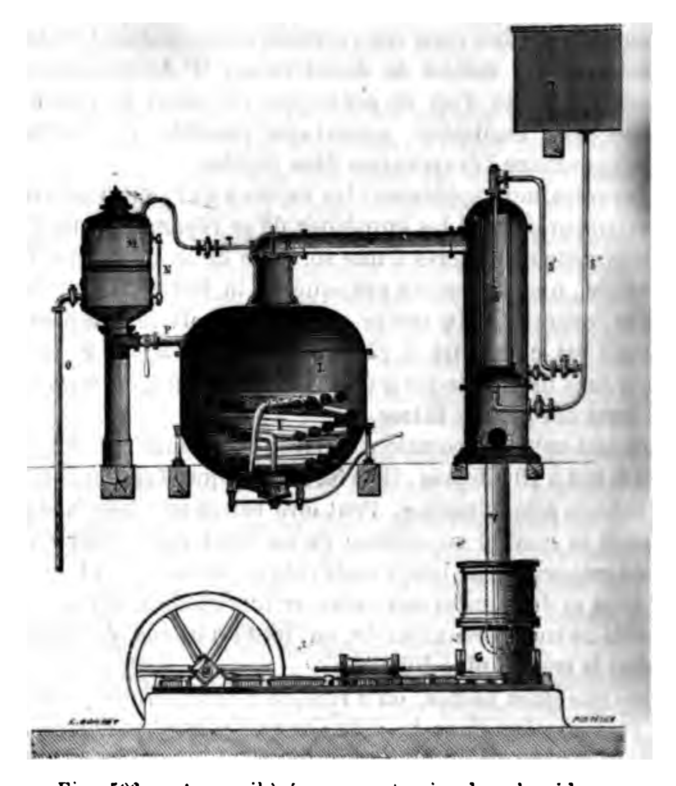


Fig. 506. — Appareil à évaporer et cuire dans le vide.

L. Chaudière en cuivre hermetiquement close.
I. Serpentins dans lesquels circule la vapeur.
O. Tuyau amenant les jus à cuire.
M. Vase de charge de la chaudière.
P. Tuyau par lequel le jus sucré passe du vase de charge dans la chaudière.
G. Pompe à air faisant le vide dans la chaudière et dans le vase de charge.
V. Tuyau d'aspiration de la pompe à air.
N. Indicateur de niveau dans le vase charge.
R. Soupape interceptant la communica entre la chaudière et le condenseur.
S'. Condenseur dans lequel les inject d'eau froide venant du reservoir J par l S'' condensent rapidement l'eau d'éva ration.
R. Robinet de vidange de la chaudière.

la température et le vide que le cuiseur peut élever ou abaiss
au moyen d'un robinet qui règle l'injection d'eau froide dans
condenseur. Plus le vide augmente, plus la température s'abaiss
Enfin un trou d'homme à joint hermétique sert à entrer dan
l'appareil pour le nettoyer.

ue le jus pèse 25°, l'évaporation est terminée; le cuiseur communication avec le condenseur, laisse rentrer l'air ie le sirop sur les filtres.

nmence à employer en France un autre appareil d'éva-, dit à triple effet, qui procure une notable économie de ible. Voici le principe sur lequel il est établi :

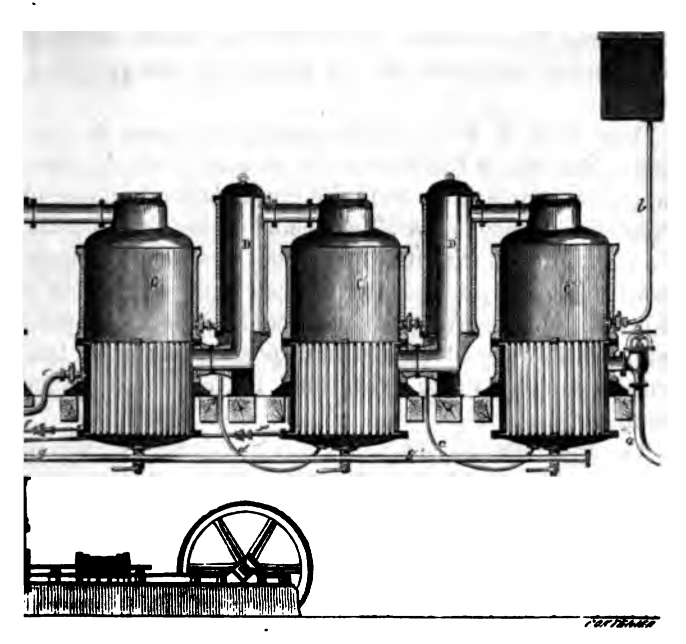


Fig. 507. — Appareil à triple effet de MM. Cail et C°.

·emière, deuxième et troisième s à évaporer.
ux conduisant les vapeurs pro-s une chaudière à la chaudière es tuyaux renferment des vases lestinés à retenir les globules de ancés par l'ébullition.
·ur servant en même temps de reté.
air et à eau faisant le vide dans reil.

I. Réservoir à jus alimentant l'appareil.
c, d. Tuyaux de charge faisant passer les jus d'une chaudière à l'autre.
gg'. Tuyau général de vidange des chaudières.
a. Arrivée de la vapeur qui, circulant autour des tuyaux verticaux en cuivre de C'', évapore le jus qui s'y meut librement.
ff. Tuyaux de retour des vapeurs condensées qui, venant de C'' et C', ont servi à l'évaporation des jus sucrés placés dans les tuyaux de C' et de C.

eur qui se dégage du jus contient une quantité considé- calorique latent qui est entièrement perdu lorsqu'on directement avec de l'eau froide. Pour utiliser ce calo- a imaginé de placer avant le condenseur un second ; les vapeurs qui s'échappent du premier traversent le du second, s'y condensent en partie en utilisant leur

calorique latent et achèvent la condensation dans le condenseur; les vapeurs du second appareil agissant de même dans le serpentin d'un troisième avant de se rendre dans le condenseur commun, qui est en communication directe avec le dernier appareil, on comprend aisément que la température doit aller en s'abaissant et que le vide, au contraire, est plus élevé dans le second appareil que dans le premier, dans le troisième que dans le deuxième. Il y a environ 10° de différence entre chaque appareil: le premier, marquant 90°, le dernier ne marque plus que 70° environ.

Vers 1832, M. Roth fit à Strasbourg des essais de double effet, mais l'Américain Rullieux eut le premier l'idée de construire un appareil à triple effet, auquel il donna la forme d'une chaudière tubulaire de locomotive; Teschbein l'importa en Allemagne, mais sa disposition horizontale présentait des inconvénients dans le traitement des jus de betterave, par suite des dépôts calcaires. En 1851, M. Robert de Selowitz, en Moravie, et depuis MM. Cail et Ce, en France, adoptèrent la disposition verticale. Les jus, circulant dans les tuyaux verticaux, les incrustent beaucoup plus lentement.

Ces appareils sont d'ailleurs munis, comme *les appareils à cuire dans le vide* précédemment décrits, d'un condenseur commun, trou d'homme, lunettes en cristal, manomètre, etc. Entre les appareils d'évaporation à simple et à triple effet et le condenseur, on place un vase de sûreté qui retient les globules de sirop entraînés mécaniquement par la vapeur ou projetés par une ébullition trop vive.

L'économie notable de combustible que procurent les appareils à triple effet, et leur marche très-régulière, les ont fait adopter par un assez grand nombre d'usines depuis quelques années. Lorsque les jus marquent 25° au pèse-sirop, on les envoie de nouveau sur les filtres au gros noir qui n'ont pas encore servi. Les sirops, plus ou moins décolorés, suivant la quantité de noir employé, se rendent dans un réservoir, en attendant qu'on les reprenne pour les cuire.

En France, on cuit généralement à air libre. Les sucres obtenus par ce procédé ont un grain nerveux, détaché, et sont plus estimés par les raffineurs. De la cuite dépend en partie la qualité du sucre et le rendement des sirops.

La cuite à air libre se fait dans des chaudières en cuivre, à double fond, de 2 mètres de diamètre sur 1 mètre de hauteur. La

re de la cuite [1] se prend en plaçant entre le pouce et l'index ;outte de sirop; si, en les écartant vivement, on obtient un lélié, le sirop est cuit *au filet;* si le fil se casse et se replie sur x, on a la cuite *au crochet.* Quand on veut cuire léger, on te à la preuve au filet; on obtient des cristaux plus gros, des sirops plus abondants et par suite un moindre rende- ; la cuite au crochet donne des grains plus fins, un rende- plus élevé, mais l'égouttage est souvent plus difficile. Une rande habitude peut seule indiquer les nuances très-délicates int de cuite, qui varie avec la nature des jus. Plus ils sont nne qualité, plus on peut cuire serré. Quelquefois, pendant oration et la cuite, les sirops moussent et montent comme it; une cuillerée ou deux de corps gras, suif, saindoux ou e huile, font tomber le liquide par une action mécanique e mal expliquée.

cuite à l'air libre a plus d'inconvénients que l'évaporation. ensité des sirops élève le point d'ébullition à 110° au moins, mme au-dessus de 100° le sucre s'altère, on comprend l'avan- des appareils dans le vide où la température peut être itenue de 70 à 90°.

ns les fabriques où l'on cuit encore à air libre, pour éviter efroidissement trop prompt qui donnerait une cristallisation use, on verse la cuite dans de grands bacs appelés rafraîchis- , où le sucre séjourne quelques heures.

mauvaise apparence des sucres cuits dans le vide provient a basse température à laquelle on laisse la cristallisation s'o- r. La cuite tombe à 70° ou 75° le plus souvent; si on n'a pas de réchauffer jusqu'à 85°, soit dans l'appareil lui-même, soit s un réchauffoir, chaudière en cuivre à double fond placée

[1] Voici le tableau donné par M. Payen des différentes preuves avec les pératures et les titres correspondants des sirops :

		Temp.	Sucre.	Eau.
Filet		109	85	15
Crochet	léger	110.5	87	13
	fort	112	88	12
Soufflé	léger	116	90	10
	fort	121	92	8
Cassé	petit	122	92.67	7.33
	grand	128.5	95.75	4.25
Cassé sur le doigt		132.5	96.55	3.45

preuves sont employées, les premières, dans la fabrication et le raffinage ucre, les dernières seulement pour obtenir des candis.

au-dessous de l'appareil, on obtient des sucres pâteux qui
gent mal.

Depuis trois ans, quelques fabricants, en tête desquels M. déric Lallouette, sont parvenus à cuire en grain, c'est-à-d produire le grain dans l'appareil même et à le grossir à vol Il faut pour cela des appareils de plus grandes dimensior cuite devant être conduite beaucoup plus lentement. On ol le grain en évaporant au filet et rechargeant fréquemment pareil de petites quantités de sirops à 25°. On a cru reconı que, pour obtenir un grain fort et nerveux, il ne fallait pa les jus employés à recharger dépassassent 25°. Une cui grain dure 10 à 12 heures; on peut obtenir des cristaux de à peu près complétement purs et incolores en forme de ta ayant 2 millimètres de côté sur 1/2 millimètre d'épaisseur. ce procédé, on retire en premier jet d'un hectolitre de ma cuite jusqu'à 85 kilogr. de sucre; tandis que par les anciens cédés, on dépasse rarement 65 kilogr. On comprend aisé que si on obtient un rendement de premier jet plus con rable, le rendement total doit s'accroître, car on diminu manipulations qui toutes contribuent à détruire une cer quantité de sucre.

Pendant longtemps, on a employé pour égoutter les sucre des formes analogues à celles des raffineries et disposées de n sur des lits, soit des cristallisoirs, soit des caisses garnies de zi munies d'un fond en toile métallique, des caisses Schutzem Pour obtenir des sucres plus élevés de nuance, on donnai formes ou aux caisses deux ou trois claires, dont on trou l'action et l'emploi au paragraphe *Raffinage*. Aujourd'hui n'emploie plus guère que des cristallisoirs en tôle, contenant 60 kilogr. de matière cuite, et l'égouttage se fait au moyen turbine ou appareil centrifuge.

Les turbines ou *toupies* consistent en une enveloppe fix fonte, destinée à retenir le sirop. Dans l'intérieur se meu cylindre armé d'un râteau et marchant à la vitesse de 8 1,000 tours par minute. Le cylindre est porté par un platea fonte, fixé à un arbre vertical qui repose sur une crapaud en acier encastrée dans le fond de l'enveloppe. Le cylindr 0m,80 de diamètre sur 0m,60 de hauteur; une forte toile métalli en forme le pourtour, et laisse s'échapper le sirop en reten les cristaux de sucre. Une rigole ménagée à l'intérieur réu les sirops qui s'écoulent au dehors. L'arbre est muni à sa par

supérieure d'un tronc de cône formé de rondelles de cuir, qui roule à frottement sur un cône vertical semblable, porté par l'arbre horizontal de transmission ; un fer de rappel écarte ou appuie à volonté le cône horizontal sur le vertical et sert d'embrayage. Par ce moyen, le mouvement est transmis successivement, ce qui répartit également la pâte sucrée dans l'appareil et évite les chocs et les ébranlements produits par un mauvais équilibre de la masse; ces appareils prennent peu de place et n'emploient que deux chevaux de force au plus.

Voici comment on travaille le sucre dans les turbines : au bout de 12 heures environ, on vide le contenu d'un cristallisoir soit dans un moulin concasseur, soit dans une bassine où les ouvriers font le travail à la main en y ajoutant un peu de sirop d'égout



Fig. 508.—Turbine pour l'égouttage et le clairçage des sucres.

étendu d'eau pour obtenir une pâte serrée, fluide et exempte de grugeons. On verse la pâte dans la toupie ; par la force centrifuge, le sucre se répartit sur toute la toile en couche mince, le sirop est projeté au dehors. Pour purifier plus complètement, on verse un peu d'eau et on termine avec un jet de vapeur. Des jus cuits en grain donnent au turbinage ainsi pratiqué des sucres presque complètement blancs et sans goût.

Le sucre retiré des turbines est encore légèrement humide, ce qui déterminerait des fermentations, si on le laissait en cet état; on le fait sécher en l'étalant dans un grenier aéré ou chauffé, et on le met en sac pour l'expédier.

Les sirops qu'on obtient par l'égouttage naturel ou forcé sont recuits directement et le plus promptement possible. Si, par

hasard, on redoute quelque altération, il est bon de les rame à 30° Baumé pour les clarifier avec du sang et les filtrer à n veau; dans tous les cas, la clarification paraît utile pour sirops des seconds jets.

Plus les sirops sont impurs, plus la cristallisation est le plus il faut que le refroidissement soit lent; aussi voit-o capacité des vases s'augmenter à mesure que les produits de plus basse qualité. On emploie pour les deuxièmes jets réservoirs de 10 hectolitres où on laisse la cristallisation se plus ou moins longtemps, suivant les dispositions de l'us entre trois et six semaines, les vases qui contiennent les troisiè jets en tiennent 100 hectolitres et plus; on y laisse les sirops talliser pendant plusieurs mois. Comme les feux de la fabri sont généralement éteints à ce moment, on chauffe le loca sont placés les cristallisoirs à l'aide d'un calorifère spécial.

On turbine les seconds et troisièmes jets comme les premier on vend aux distilleries les mélasses qui sortent des troisièn à cet état, les mélasses contiennent encore 45 à 50 pour 10 sucre cristallisable qui ne peut plus être extrait directement.

PROCÉDÉS DIVERS PROPOSÉS POUR L'EXTRACTION DU SUCRE.

Nous allons indiquer maintenant d'une façon rapide, vu le d'espace dont nous pouvons disposer, quelques procédés part liers que nous n'avons pas voulu intercaler pour ne pas in rompre la suite des opérations.

Le premier procédé que nous signalerons est celui qui con à découper la betterave en prismes rectangulaires, gros au comme le petit doigt; on remplit de ces prismes ou *cossette* vases analogues aux filtres à gros noir, fermés par le haut épuise les cossettes au moyen d'un lavage méthodique par l pure qu'on maintient à 80°, à l'aide de serpentins placés à la tie inférieure des vases et chauffés par la vapeur. Cette t pérature est nécessaire pour empêcher les fermentations, elle dissout en même temps des matières végétales en gr quantité; les jus sont à un très-faible degré et consomment de combustible pour l'évaporation. Ces inconvénients ont abandonner ce procédé pour y substituer le travail des coss desséchées, qui, par leur conservation facile, permettent de vailler toute l'année; outre leur faible poids, 22 pour 100 envi du poids de la betterave, elles ont l'avantage de permettre l provisionnement dans un rayon beaucoup plus considérable;

[redacted]

les épuise comme les cossettes vertes et on obtient des jus pesant 12 à 15°. Malheureusement, on a, jusqu'à présent, été obligé d'opérer la défécation dans les cossettes mêmes, en les imbibant d'un lait de chaux ; cela les rend impropres à la nourriture des bestiaux, inconvénient capital pour cette industrie essentiellement agricole.

Les *tourailles*, appareils employés jusqu'ici pour la fabrication des cossettes, nous paraissent très-défectueuses. Ce sont des fourneaux en brique, munis d'une grille serrée ; le feu est placé au-dessous de la grille, et la dessiccation s'opère au moyen du courant d'air chaud direct résultant de la combustion. Cet appareil grossier noircit facilement les cossettes; il faudrait, sans doute, y substituer des appareils analogues à ceux qu'on emploie pour la fabrication des légumes conservés.

M. Schutzembach, auteur de ces deux procédés, a cherché à les perfectionner en traitant les cossettes séchées par l'alcool. Nous ne connaissons pas encore les résultats de ces tentatives.

M. Pesier, chimiste de MM. Serret-Hamoir et Ce, à Valenciennes, a imaginé d'employer l'alcool à 90° pour séparer le sucre des matières étrangères végétales qui restent après la défécation. Il défèque avec la quantité de chaux strictement nécessaire, traite les jus par l'acide carbonique et envoie ces jus dans un vase clos, contenant de l'alcool à 90° ; les matières étrangères se précipitent et le liquide soutiré clair passe dans une colonne à distiller, où il abandonne la plus grande partie de son alcool ; les dernières traces en sont chassées en maintenant le liquide à l'ébullition dans une chaudière placée au-dessous de la colonne. L'alcool se condense dans un réfrigérant et tombe dans un vase pareil à celui où le mélange a été effectué. Quatre vases semblables sont placés à côté l'un de l'autre : l'un reçoit l'alcool, l'autre les jus, pendant qu'on laisse reposer les deux autres ; pour pouvoir couler le liquide, toutes les dix précipitations, on retire les matières tombées au fond au moyen d'un robinet de vidange et on épuise ces matières avec de l'alcool. Deux ou trois usines de l'arrondissement de Valenciennes emploient depuis deux ans le traitement par l'alcool.

Signalons enfin le procédé de M. Bernard, qui précipite les matières végétales par l'alumine préparée au moyen de l'alun, et les travaux de M. Leplay, qui croit pouvoir établir des siroperies agricoles en utilisant les appareils employés par lui pour distiller directement les cossettes fermentées.

II.— SUCRE DE CANNE.

CULTURE DE LA CANNE.

Il existe un grand nombre de variétés de cannes. Cinq sont cultivées à la Louisiane : la canne créole, celle à ruban rouge, à ruban vert, de Bourbon, d'Otaïti. La canne à ruban rouge résiste le mieux au froid. En 1850-51, on a compté à la Louisiane quinze jours de gelées blanches ou à glace que cette espèce a bien supportés.

La canne demande un sol meuble et sain ; l'humidité la fait pourrir et la rend plus sensible au froid. Des irrigations bien aménagées favorisent sa production. Comme toutes les cultures, la canne exige des fumiers et s'accommode bien d'un assolement régulier, précaution trop souvent négligée dans les colonies.

Plus la température est chaude, plus les plants de canne peuvent durer longtemps. A la Louisiane, on replante tous les trois ou quatre ans ; aux Indes, tous les quinze ans. Il faut choisir avec soin les cannes qui servent à faire les nouveaux plants et éviter d'employer les têtes. Dans les contrées chaudes, on opère par ensemencement.

Suivant les climats, on laisse sur pied les cannes destinées aux nouveaux plants ou on les place dans des fosses couvertes de feuilles pour les préserver de la gelée. En janvier ou février, on les couche en ligne sur trois rangées, espacées de $0^{m},10$; les lignes sont écartées de 1^{m} à $2^{m},50$, d'autant plus que le climat est moins chaud et plus humide. Les boutons opposés sont placés latéralement ; dans les pays où l'on redoute les gelées, on couvre les lignes avec des feuilles. Après la sortie des jets, on regarnit les pieds de terre et on continue les labours et les sarclages pendant trois ou quatre mois. Quand la canne est suffisamment grande, on l'abandonne à elle-même et on utilise l'herbe épaisse qui pousse entre les lignes pour la nourriture des bestiaux.

La maturité a lieu, suivant la culture et le climat, de 9 à 15 mois après la plantation. On reconnaît que la canne est mûre à la couleur jaune verdâtre que prend la tête, et on porte de suite au moulin pour terminer la fabrication avant les gelées précoces qui gâtent complétement la plante.

Il faut éviter de cultiver la canne dans des terrains nouvellement défrichés ou salifères ; on n'obtiendrait ainsi que des mélasses.

FABRICATION DU SUCRE DE CANNE.

Quand les cannes sont au moulin, on sépare les tiges brisées

ou rongées par les rats, on enlève les feuilles, les flèches et les nœuds supérieurs, puis on les passe entre les cylindres.

Presque partout, dans les usines qui ont les capitaux nécessaires, on a remplacé les anciens moulins en pierre par des moulins en fonte à trois et même cinq cylindres.

Par les anciens procédés, on obtenait 45 à 50 pour 100 de jus; les machines à trois cylindres, que nous allons décrire, arrivent à 80 pour 100. Elles se composent de trois cylindres horizontaux: deux A, C, sur le même niveau, l'autre B, reposant sur les deux cylindres inférieurs; une roue dentée F, mue par un pignon, donne le mouvement au premier cylindre F, qui le communique aux autres par trois roues dentées, montées sur chacun des axes.

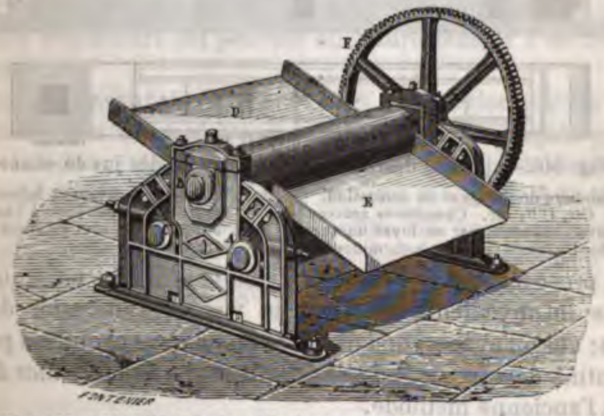


Fig. 509.—Moulin à trois cylindres pour l'écrasage des cannes.

F. Roue dentée communiquant le mouvement à tout l'appareil.
B. Cylindre supérieur.
A, C. Cylindres inférieurs.
D, E. Tablier pour l'entrée et la sortie des cannes.

Dans quelques usines, les cylindres sont chauffés à l'intérieur et ne font qu'un tour en deux minutes. Certaines dispositions particulières permettent d'éviter les inconvénients d'une rupture produite par le passage d'une pierre sous le cylindre.

Le jus se réunit dans un réservoir où il doit séjourner le moins longtemps possible, puis successivement dans cinq chaudières (l'équipage) : la grande, la propre, le flambeau, le sirop et la batterie. Dans la première, on défèque avec 2 à 3 millièmes de chaux; la seconde évapore et donne quelques flocons d'écume qu'on enlève; la troisième indique par son apparence si la défécation est bonne; enfin, on cuit dans la dernière. On remplace souvent ces chaudières en fonte par des chaudières en cuivre,

basculant l'une dans l'autre pour éviter la caramélisation qui se produirait sur des petites quantités de liquide. Aux foyers séparés, on a substitué un foyer unique, dont la fumée passe sous chacune des chaudières, ce qui utilise mieux le combustible. Des vannes, établissant alors la communication d'une chaudière à l'autre, permettent la circulation des jus aussitôt qu'elle devient nécessaire.

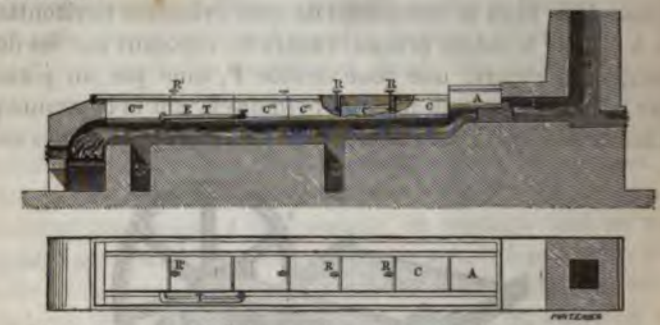


Fig. 510.—Appareil d'évaporation et de cuite des jus de canne.

A. Chaudière de charge et de défécation.
C, C', C'', C''', etc. Chaudières successives, chauffées par un foyer unique dont la fumée se rend à la cheminée H.
R, R'. Robinets ou vannes faisant passer les jus d'une chaudière à l'autre.
F, T. Tuyau latéral avec robinets remplissant le même office.

Les procédés d'évaporation et de cuite à feu nu présentent de grands inconvénients au point de vue de l'altération des jus sucrés; aussi l'évaporation dans des chaudières chauffées par des serpentins de vapeur tend-elle chaque jour à se substituer davantage à l'ancienne méthode.

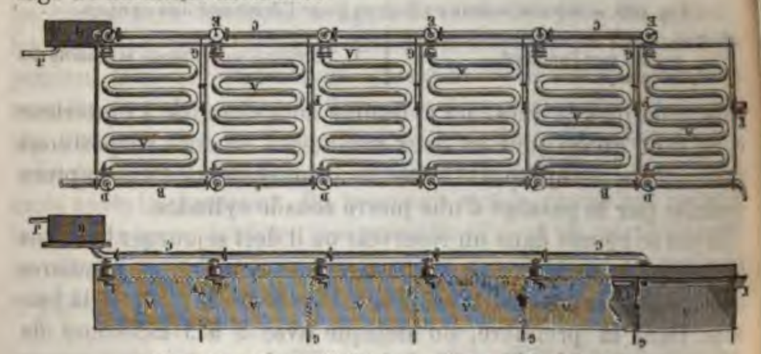


Fig. 511.—Appareil d'évaporation par la vapeur.

A, A. Chaudières rectangulaires en cuivre (elles sont quelquefois sphériques).
B, B. Tuyau d'arrivée de la vapeur dans les serpentins.
G. Vannes de communication entre les chaudières.
E, F. Robinets de vidange de chaque chaudière.
C. Tuyau général de vidange des chaudières.
B. Réservoir commun des jus évaporés.

MM. Wetz et Bour ont propagé à la Louisiane un appareil composé d'une sorte d'auge à double fond, chauffée par la vapeur ; un arbre creux, portant des disques lenticulaires creux où circule la vapeur, tourne lentement dans l'auge et évapore rapidement par les nombreuses surfaces qu'il présente.

La cristallisation se fait dans des cristallisoirs d'assez grande dimension ; on enlève la masse refroidie et on la fait égoutter dans des formes.

Tous ces procédés sont primitifs, et, quand on peut disposer de capitaux suffisants, il vaut mieux monter son usine sur le même pied que les sucreries de betterave, avec chaudières à déféquer, filtres, appareils à triple effet, cuite dans le vide et turbine. On obtient ainsi un rendement beaucoup plus considérable et des produits supérieurs qui peuvent aller directement à la consommation.

Signalons, avant de finir, des essais d'extraction par les râpes et presses, par la macération des rondelles qui jusqu'à présent n'ont rien donné de définitif, et l'emploi dans la défécation du sulfite de chaux, indiqué par M. Melsens et étudié à la Havane par M. Reynoso, ainsi que du sulfite de soude proposé par MM. Perier et Possoz. L'emploi de ces composés paraît avoir donné des résultats avantageux.

III.—RAFFINAGE DU SUCRE.

Nous avons étudié jusqu'à présent les procédés au moyen desquels on extrait le sucre de la betterave ou de la canne ; mais presque toujours ce sucre est impur et imprégné d'un arome désagréable, s'il provient de la betterave, assez agréable s'il provient de la canne ; aussi, dans certains pays, consomme-t-on une assez grande quantité de sucre de canne brut ; dans beaucoup d'autres contrées, la consommation exige des produits assez blancs et sans arome ; le raffinage a pour objet la purification et la mise en pain des sucres bruts.

DÉPOTAGE.—DÉGRAISSAGE DES EMBALLAGES.

Lorsque le sucre a été amené à la raffinerie, on dépote les caisses, barriques ou sacs, afin de séparer les couches qui pourraient être altérées. Dans quelques usines, un concasseur broie les grugeons qui rendraient la fonte trop lente, notamment pour

les sucres de le Havane. Le dépotage se fait dans un magasi situé aussi près que possible de la chaudière à fondre. Les bar riques ou caisses vides sont grattées avec soin, puis placées sou une cloche en tôle et soumises à l'action d'un jet de vapeur qu dissout les dernières parcelles de sucre; les sacs et paillassor sont brossés et dégraissés à l'eau chaude. Les eaux de dégrai sage se réunissent dans un réservoir et retournent à la chaudièr à fondre.

Fonte.—La dissolution ou *fonte* se fait dans une chaudière double fond, munie d'un serpentin percé de trous. La vapeu s'échappant par ces trous, barbote dans le liquide et hâte l'op ration; on ajoute assez d'eau pour que le sirop ou *claircé* marqu 30° à 32°, à la température de 40°. Des claircés très-épaisses fil trent trop lentement, ce qui expose aux fermentations. Plus l qualité des sucres est basse, plus il faut baisser le degré du sirop

Clarification.—La clairce qui provient de la fonte est toujour louche; elle contient des matières terreuses, des débris de plantes de l'albumine végétale, etc.

Pour éclaircir le sirop, on y ajoute du sang de bœuf et généralement du noir fin : 3 à 5 de noir fin et 1 à 2 litres de sang pour 100 litres de sirop. Le noir et le sang sont mélangés à la clairce dans la chaudière à fondre et envoyés dans la chaudière à clarifier au moyen d'un monte-jus.

Quand les sucres sont acides, comme certains sucres de canne, on ajoute, en même temps que le sang et le noir, un peu de chaux; si, au contraire, les sucres sont trop alcalins, comme certains sucres de betterave chargés de chaux, on emploie quelquefois du phosphate d'ammoniaque.

Les chaudières à clarifier sont munies d'un double fond ou simplement d'un serpentin, comme les chaudières à déféquer, mais avec de plus grandes dimensions. On les remplit à un pied du bord et on ouvre le robinet de vapeur; il se forme bientôt à la surface une couche de noir qui s'épaissit, se gonfle et monte jusqu'au bord de la chaudière. On arrête le montage en fermant la vapeur et en jetant un seau d'eau froide, qui fait reprendre au liquide son niveau primitif.

Les caractères d'une bonne clarification sont analogues à ceux d'une bonne défécation; la couche de noir doit être bien sèche et détachée des parois de la chaudière; on laisse reposer 15 à 20 minutes et on envoie dans un filtre à poches.

Filtration.—Dans certains filtres, la filtration s'opère du dehors

ledans par la disposition suivante : dans une bâche en tôle, place une claie en osier, soutenue à 3 centimètres du fond des liteaux ; on place dessus une poche en toile s'appuyant les parois de la bâche, dont elle est séparée par des claies en r ; on place sur cette poche 10 centimètres de noir en grain, le noir un grillage, puis une seconde poche disposée de même. u fond de cette seconde poche est adaptée une rangée de tuires sur lesquelles s'emmanche la douille d'un sac ; une claie osier maintient l'écartement des parois du sac, dont les bords érieurs sont soutenus par des liteaux. Le sirop versé dans la ne pénètre dans les sacs et coule par les douilles sur la couche noir et la première poche qu'il traverse pour sortir clair par robinet placé au bas du filtre. Le noir fin, qui a opéré une mière décoloration, reste dans la bâche après l'enlèvement sacs et est retiré à la pelle. Après chaque filtration, on change sacs et la poche qui doivent être dégraissés avec soin et lavés rande eau ; la poche inférieure et la couche de gros noir peuvent er plusieurs jours, suivant la qualité des sucres employés.

avage du noir fin.—Le noir fin retient beaucoup de sirop. ur l'épuiser, on le délaye dans l'eau bouillante et on le jette un filtre ; le dépôt de noir resté sur le filtre est arrosé de uveau, puis pressé et vendu comme engrais.

On peut aussi opérer par lavage méthodique, en laissant repo- le noir et en décantant pour employer les eaux les plus faibles aver des noirs qui n'ont pas encore été épuisés. Cette opéra- n a l'inconvénient de dissoudre une quantité notable d'albu- ne, qui perd la propriété de se coaguler par la chaleur, passe ns les sirops et empêche la cristallisation d'une certaine quan- é de sucre cristallisable ; de plus, sa présence facilite les fer- entations ; les eaux de lavage sont employées à la fonte. On a sayé de clarifier dans le vide et de réduire ainsi notablement s quantités de noir et de sang employées. L'appareil dans lequel opère est analogue aux appareils à cuire et sert en même mps à fondre, mais nous croyons que son action se réduit à u près à hâter la rapidité de la fonte.

Filtration au gros noir.—En sortant des filtres à poche, la clairce, pide et très-chaude, se rend dans des réservoirs qui la ré- rtissent sur les filtres à gros noir, semblables à ceux employés ns les fabriques de sucre. On leur donne seulement une plus nde hauteur, de 8 à 12 mètres. Il faut avoir soin que la tem- ature s'y maintienne élevée, sans quoi les sirops, par suite de

leur densité, passeraient mal, graisseraient les filtres et pou-
raient développer la fermentation. Les filtres nouvelle-
faits reçoivent la clairce à claircer les pains; on chasse c
claircе par la claircе à cuire, et celle-ci par une claircе plus com-
mune, servant à faire des pains de seconde qualité ou des
de cette façon, on épuise mieux le pouvoir décolorant du noi
on peut avoir une claircе à cuire régulière, condition essenti
pour avoir des produits réguliers. On dégraisse les filtres
de l'eau chaude au-dessous de 25°, on renvoie le sirop à la
et on épuise jusqu'à ce que l'eau marque 0°.

Cuite.—La claircе, au sortir des filtres à gros noir, se r
dans des réservoirs dans lesquels elle est aspirée par l'appare
cuire dans le vide. Cet appareil est identique de tous points
celui employé dans les fabriques de sucre de betterave.

La cuite donne lieu aux mêmes observations, suivant l'exige
de la consommation; on cuit léger ou serré, en grain fin ou
gros grain par les procédés que nous avons déjà indiqués.

Réchauffoirs.—La température de l'appareil à cuire ne dépa
pas 67 à 69 degrés pour un vide de 54 à 56 centimètres; ce
température étant trop basse pour une bonne cristallisation,
laisse tomber la cuite dans une chaudière en cuivre à dou
fond, où on élève la température à 80°. On mouve avec soin l
masse pendant le réchauffage et on peut, si la cuite paraît tr
serrée, la ramener au point convenable en ajoutant un peu d'e
ou de claircе.

De la cuite dépend la qualité, le rendement, la blancheur et l
facilité de travail des pains. Le sucre, dans les réchauffoirs, d
être d'un jaune plus ou moins foncé, suivant le chargeme
une nuance grise ou verdâtre indique une mauvaise clarificatio
un commencement de fermentation ou la mauvaise revivificati
du gros noir. Les pains qu'on obtient alors sont gris et
mauvaise qualité.

On cuit généralement avec de la vapeur à cinq atmosphères;
cela présente l'inconvénient de colorer les sirops par le cont
de surfaces très-chaudes. En Angleterre, on emploie de la vape
à très-faible pression, mais cela nécessite des appareils de trè
grande dimension pour multiplier les surfaces de chauffe et l
cuites sont beaucoup plus lentes, ce qui a aussi l'inconvéni
d'altérer le sucre.

Les réchauffoirs sont placés le plus souvent sur le sol de la pi
où se fait l'*empli*.

[redacted]

la masse sucrée avec des poches en cuivre pour
ssines qui servent à porter la cuite aux formes. Quel-
hauffoir est plus élevé ; il est alors muni à sa partie
ne soupape par laquelle on emplit les bassines.
es.—Les vases dans lesquels on verse la cuite sont
niques en tôle peinte ou émaillée, quelquefois en
epuis peu, on essaye avec avantage, dit-on, des
ier verni. Ces formes de gabaris variables contien-
5 litres environ, suivant les pays. La pointe est
rou qu'on bouche avec un linge mouillé ; on plante
bout sur la pointe dans un atelier dallé situé aussi
ible de l'appareil à cuire bien à l'abri des courants
eraient les pains, et maintenu à 30°.
le cône en fonte soutiennent les rangées extérieures;
formes une à une avec les bassines munies ou non
, dans lesquelles on a pris la cuite au réchauffoir.
oin que les formes soient en bon état et lavées avec
ce de peinture ou d'émail se marque en taches de
s pains finis.
l ne tarde pas à se former à la surface des formes
ristalline; la cristallisation s'opérerait irrégulière-
n'avait pas soin de remuer à deux reprises cette
la mélanger à la masse encore liquide avec un
ois; c'est ce qu'on appelle *opaler*.
.—*Grenier.—Lits de pains.*—Au bout de 8 à 10 heures,
suffisamment pris en masse pour qu'on le monte
iers au moyen d'une chaîne sans fin, munie de pa-
verse tous les planchers jusqu'au dernier étage du
est inutile de donner aux greniers plus de 2 mètres
nais il faut avoir soin d'y maintenir une tempéra-
30 degrés jour et nuit. L'ouvrier qui reçoit les pains
on doit garnir ôte le tampon de linge (*la tape*), et
ête de la forme à un ouvrier qui y introduit une
e) pour faciliter l'écoulement des sirops ; enfin, un
ce les pains sur les lits où ils doivent s'égoutter. Les
caisses rectangulaires en bois avec des rebords de
mètres; le fond est généralement à double pente et
. Sur les rebords s'appuient des planches en sapin,
ous coniques dans lesquels on plante les formes.
soit la pente donnée aux lits de pains, les sirops ne
ssez promptement dans la dalle commune pour ne

pas déposer sur le zinc des cristaux qu'il faut enlever le plus fréquemment possible par des raclages.

Égouttage.—Clairçage.—Les sirops (eaux mères de cristallisation) qui restent entre les cristaux s'écoulent en partie naturellement; c'est l'égouttage qui dure de 12 à 48 heures, suivant la nature des sucres bruts et la densité des pains. A ce moment, on trouve à la tête du pain une sorte de chapeau très-coloré par les sirops, qu'un plus long égouttage ne diminuerait pas sensiblement; on brise alors la croûte qui s'est formée à la surface et on mélange avec une première clairce le sucre qu'on détache, afin d'empêcher la formation des trous ou fontaines par lesquels la clairce se ferait des passages et nettoierait inégalement les pains. On donne ensuite successivement trois ou quatre clairces, en réservant les plus belles pour la fin, et on finit soit par une clairce faite avec des sucres complétement purs, soit par un lavage en blanc, dissolution incomplète des mêmes matières faite à froid. On verse chaque fois environ un litre de clairce par 10 litres de contenance; du cinquième au septième jour, on porte les pains à la *sucette* ou au *centrifuge.* La clairce doit marquer 32° à 33°.

Les sucres de canne étant naturellement plus gommeux, produisant des sirops moins fluides, l'égouttage et le clairçage durent pour eux plus longtemps que pour les sucres de betterave.

Égouttage forcé.—Turbine.—Sucette.—L'égouttage des dernières parcelles de clairce durait autrefois cinq à six jours; on le remplace aujourd'hui par la sucette, qui opère plus complétement en

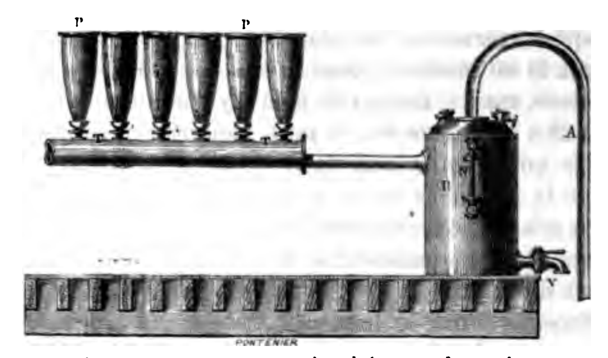


Fig. 512.—Sucette pour le clairçage des pains.

A. Tuyau de la pompe à air.
R. Réservoir des claircés écoulées.
N. Indicateur de niveau.
V. Robinet de vidange.
TT. Tuyau d'aspiration, ou sucette proprement dite.
PP. Pains de sucre en place dans leurs formes.

une heure au plus. Cet appareil se compose de tuyaux en fonte placés dans les greniers et portant des tubulures munies de robinets. Les tubulures se terminent par des entonnoirs garnis d'une rondelle en caoutchouc qui rend la fermeture hermétique; sur ces tubulures, on place la pointe des pains encore en forme; une pompe à air unique, en communication avec tous les étages, fait le vide dans les tuyaux et, en peu de minutes, aspire toute la clairce qui se rend dans un réservoir commun.

On a essayé, avec quelque succès, d'égoutter dans un appareil centrifuge avec moteur indépendant ou superposé; les pains sont placés horizontalement dans les ouvertures d'un tambour en fonte, la pointe en dehors; la rotation du tambour, qui fait 250 à 300 tours à la minute, suffit pour chasser complétement la clairce en vingt minutes. On a même claircé dans le centrifuge; l'opération durait une heure et demie, mais le passage, sans doute trop rapide, de la clairce laissait quelques pains tachés. Ce procédé d'égouttage hâtait le travail, mais il occasionnait un peu plus de main-d'œuvre et détériorait plus rapidement les formes.

Plamotage.—Fonçage. — Quand les pains sont complétement égouttés, on nettoie la base des pains (*plamotage*) soit à la main avec un couteau, soit avec une machine fort simple consistant en un axe horizontal muni de deux couteaux placés perpendiculairement et recevant le mouvement d'une manivelle. Un chariot porté par des glissières permet de pousser le pain contre les couteaux et de régler l'épaisseur de la partie à enlever, à cause de son peu de consistance; on place alors les formes dans un atelier bien aéré, afin de donner plus de solidité à la masse ; c'est ce qu'on appelle le *fonçage.*

Quand la masse est suffisamment solide, on *loche* les pains, en frappant la forme sur un billot de bois et en recevant le pain sur la main qui soutient la forme; comme la tête est quelquefois tachée ou déformée, on la refait avec une machine à tourner la tête, analogue à la machine à plamoter; les débris du plamotage servent à faire les clairces. Les débris des têtes sont renvoyés à la fonte.

Étuvage.—A ce moment, le sucre est humide et friable. Pour le rendre solide et sonore, on le passe à l'étuve. Les étuves sont ou verticales ou horizontales; les verticales se composent d'une sorte de cheminée, divisée par des claies en 20 ou 25 étages, espacés de 70 à 80 centimètres. A la partie inférieure est un système de chauffage en cuivre ou en fonte, dans lequel on uti-

lise les échappements des machines; en cas d'insuffisance, on envoie de la vapeur directe. L'air entré à la partie inférieure chauffe le long des tuyaux et sort chargé d'humidité par des ouvertures pratiquées en haut et munies de registres.

Les étuves horizontales peuvent se disposer dans un grenier; elles ont trois étages de hauteur; le chauffage se fait avec des tuyaux placés sur le sol et sous lesquels sont pratiquées, de distance en distance, des prises d'air. Il faut seulement avoir soin que la sortie de l'air ait lieu également à la partie inférieure.

Il ne faut pas que la température des étuves dépasse 50° à 55°; au-dessus, la robe des pains jaunit par une sorte de caramélisation à la surface. Il faut éviter les courants d'air froid ou le refroidissement trop prompt qui fêle les pains et leur ôte la sonorité qu'on recherche comme preuve d'une bonne qualité; l'étuvage dure de 6 à 8 jours, suivant la grosseur des pains et l'état hygrométrique de l'atmosphère.

Chambre à plier.—Habillage.—Au sortir de l'étuve, on place les pains dans un magasin chauffé où on procède au triage et à la mise en papier (*habillage*).

UTILISATION DES BAS PRODUITS.

Il nous reste à indiquer comment on travaille les bas produits.

Sirops verts.—Les premiers sirops qui s'écoulent des pains (sirops verts) sont réunis par des dalles qui règnent le long du grenier dans un réservoir et cuits le plus promptement possible. Les produits qu'on en retire sont les *lumps;* on les travaille dans de grandes formes de 25 à 30 litres; on leur fait subir deux ou trois clairçages de claircés communes, si on a la vente des *lumps* non étuvées (lumps vertes) ou étuvées; sans cela, il vaut mieux les verser dans des cristallisoirs et les passer à la turbine pour mettre en chargement.

Sirops d'égout.—Ce sont ceux qui coulent des pains après la deuxième claircé; on les renvoie généralement en chargement à la fonte ou bien on en fait directement des pains de seconde qualité. Il est essentiel, comme on le voit, de bien disposer les dalles des greniers pour pouvoir séparer aisément à point nommé les diverses sortes de sirops.

Bâtardes.—Les sirops de lumps étaient autrefois travaillés en formes de 45 à 50 litres et les produits vendus en nature. La consommation ne voulant plus de ces basses qualités, on travaille

es bâtardes dans les cristallisoirs et on les passe à la turbine; les produits retournent au chargement.

Sirops de bâtardes.—Les sirops de bâtardes sont recuits et mis dans des vases plus grands, la cristallisation étant beaucoup plus lente; elle dure de 15 à 20 jours. On turbine ou on fait égoutter dans des caisses garnies de toiles métalliques; les sirops qui s'écoulent sont recuits directement ou même clarifiés à nouveau et mis dans de grandes citernes contenant plusieurs hectolitres. La cristallisation dure deux à trois mois; le grain que l'on retire est égoutté dans des caisses ou turbines et les sirops qui s'écoulent sont vendus comme mélasse.

SUCRE CANDI.

La fabrication du sucre candi a la plus grande analogie avec le raffinage ordinaire. La clarification, les filtrations sont faites dans des appareils semblables. On cuit dans le vide; seulement, au-dessous de l'appareil se trouve placée, en forme d'hémisphère aplatie, une chaudière munie d'un double fond et d'un serpentin. On a adopté cette forme particulière afin de pouvoir amener plus rapidement les sirops de cuite; les sirops tombent de l'appareil à vide dans l'appareil à air libre; là on les cuit au soufflé bien détaché, au soufflé détaché et au petit soufflé, suivant que le sirop travaillé doit donner des candis roux, blonds ou blancs.

On sait que le point de cuite s'abaisse à mesure que les sirops sont plus purs. En effet, l'état de pureté plus grand rend la cristallisation plus rapide, ce qu'il faut éviter si on ne veut pas obtenir des cristaux confus, connus sous le nom de frisés; quelquefois on emploie un millième d'acide tartrique pour ralentir la cristallisation.

Lorsque le sirop est cuit, on le verse dans des terrines en cuivre circulaires et hémisphériques à fond aplati. En France, on leur donne 40 à 60 centimètres de diamètre sur 25 à 30 de profondeur; en Belgique, où les consommateurs préfèrent les gros cristaux, la profondeur des vases égale le diamètre qui est de 50 à 60 centimètres.

Les terrines sont percées de dix à vingt trous opposés, dans lesquels on passe, avant l'empli, des fils de chanvre assez gros, mais peu résistants, afin qu'on puisse les casser facilement au lochage. Une bande de papier, collée extérieurement, empêche le sirop de s'échapper. Les cuites de candi roux sont assez épaisses pour que cette précaution soit inutile.

Les terrines remplies sont portées dans une étuve bien fermée de 5 mètres de haut sur 4 de long et une largeur variable; elles doivent être accessibles par les deux extrémités. Dans l'intérieur, sont disposées des claies horizontales suffisamment espacées pour qu'on puisse longer une terrine entre chaque rangée; on maintient pendant 72 heures une température de 60 degrés au moyen d'une circulation de vapeur, après quoi on arrête la vapeur et on abandonne l'étuve à elle-même pendant neuf jours. La chaleur abandonnée par la cristallisation suffit pour maintenir une température telle qu'elle est encore de 35 à 40° le douzième jour.

On doit éviter avec soin toute trépidation du sol, tout changement brusque de température qui rendraient la cristallisation confuse et irrégulière.

Au bout de 12 jours, on retire les terrines, on crève la croûte supérieure et on fait égoutter en inclinant les terrines sur deux traverses horizontales placées au-dessus des gouttières qui reçoivent les sirops. On doit, dans cet atelier, maintenir une température d'environ 25 degrés. On rince les cristaux avec de l'eau tiède à 40°; les sirops et les eaux de lavage sont réunis et clarifiés pour fabriquer des sucres en pains.

Les pains de candi lochés sèchent pendant 24 heures, puis sont cassés, mis en caisse et livrés au commerce.

Les fabricants de candis recherchent, parmi les sucres des colonies, ceux qui ont la plus belle cristallisation, notamment les sucres de Maurice et de Bourbon, connus sous le nom de *chaudrons* et les havanes, procédé Derosne.

On fait également dans le Nord de grandes quantités de candi avec du sucre de betterave.

Le candi blanc sert à fabriquer des liqueurs fines; on emploie le blanc et le paille pour le champagne. On préfère, pour cet usage, le candi de sucre de canne, afin d'éviter le mauvais goût que pourrait communiquer le candi de betterave; cependant aujourd'hui cette préférence paraît sensiblement diminuée.

Le sucre d'orge et le sucre de pomme sont faits avec du sucre blanc ou légèrement ambré; on le dissout dans 34 pour 100 d'eau; on clarifie avec des blancs d'œufs; on cuit dans une bassine, un peu au delà du cassé sur le doigt, et on verse sur une table de marbre graissée afin d'empêcher l'adhérence des moules employés avant que le sucre soit durci. Des moules divers donnent les formes qu'on désire.

TRAITEMENT DES MÉLASSES PAR LA BARYTE.

La mélasse contient encore une quantité de sucre cristallisable très-considérable : les mélasses de fabrique, 45 à 50 pour 100; les mélasses de raffinerie de betterave, 45 à 48 pour 100. Les mélasses de canne contiennent du sucre incristallisable qui les rend impropres au travail qui va nous occuper.

Pendant longtemps, on n'a connu aucun procédé qui permît, industriellement parlant, d'extraire le sucre incristallisable des mélasses.

MM. Dubrunfaut et Leplay, en 1849, utilisant les propriétés du saccharate de baryte étudié par M. Peligot, reconnurent que la baryte caustique en dissolution précipitait presque entièrement le sucre cristallisable de sa dissolution et, en appliquant ce procédé aux mélasses, ils virent que la baryte ne précipitait absolument que le sucre cristallisable, laissant en dissolution les sels, les matières gommeuses, colorantes, etc. Cela leur donna l'idée d'exploiter le procédé en grand et, dès 1850, plusieurs usines furent créées sur une grande échelle : à Valenciennes, chez M. Grar; à Tournus, chez MM. Lanet et Charbonneau ; à la Villette, chez M. Guillon; et enfin à Courrière, chez MM. Bernard frères, Tillon et Delaune. La hausse énorme des alcools qui survint en 1852 arrêta cette industrie naissante et, des diverses fabriques que nous venons d'énumérer, une seule a survécu, qui, à l'heure qu'il est, manipule chaque jour 10,000 kilogr. de mélasses libérées d'impôts; c'est l'usine de Courrière.

La baryte caustique n'existe dans le commerce qu'à l'état de produit de laboratoire. On traite, dans ce but, le carbonate de baryte naturel par le charbon (voyez ALC. *Alcalis minéraux.— Baryte et sels de baryte*), et on en fait une lessive concentrée.

On dissout la baryte dans de l'eau par des lavages méthodiques. On se sert pour cela de paniers en osier qu'on remplit avec le mélange retiré des étouffoirs, et on les trempe dans des cuves contenant de l'eau de moins en moins chargée de baryte, la dernière contenant de l'eau pure; système analogue à celui de l'appareil Schutzembach, seulement ici l'eau reste dans la même cuve et la matière est déplacée et portée d'une cuve à l'autre.

La dissolution de baryte, ainsi obtenue bouillante et claire, doit marquer 30 à 32 degrés Baumé. Pendant qu'on prépare la dissolution, on chauffe dans une chaudière de la mélasse qu'on fait tomber avec la dissolution barytique, à la température de 95° à

100°, dans une cuve dont le fond est garni d'une toile métallique très-serrée et formant faux fond.

On emploie 475 litres de mélasse bouillante (mélasse pesant à froid 42 à 43 degrés Baumé), avec 950 litres de la dissolution barytique, soit 1 1/4 à 1 1/2 équivalent de baryte pour un équivalent de sucre à précipiter; on agite légèrement et rapidement, et il se forme bientôt un précipité de saccharate de baryte tellement abondant que le tout se prend en masse.

Lorsque tout le sucrate est bien formé, on ouvre un robinet au-dessous du double fond métallique pour laisser écouler les eaux mères du précipité qui contiennent de la baryte en excès, des sels à base de soude et de potasse et autres produits. Ces premières eaux ou vinasses sont recueillies pour être traitées à part.

Sitôt que l'on ouvre le robinet inférieur du bac à précipiter, on fait arriver lentement de l'eau à la partie supérieure pour laver le précipité.

Lorsque le liquide qui s'écoule par la partie inférieure est incolore et marque environ 0°, on peut estimer que le sucrate est bien lavé; on ouvre alors un trou d'homme placé sur le côté du bac au-dessus du faux fond et on fait tomber le sucrate de baryte dans une grande cuve qui doit recevoir la charge de trois bacs à précipité. Il s'agit alors de décomposer le sucrate de baryte au moyen de l'acide carbonique, qui forme du carbonate de baryte insoluble et met le sucre en liberté.

On produit l'acide carbonique, comme dans le procédé Rousseau, soit au moyen d'un fourneau spécial, soit en utilisant les gaz d'un four à chaux.

La baryte, à l'état de carbonate, reste dans le liquide sucré; vers la fin de l'opération, il se dégage souvent un peu d'acide sulfhydrique; cela tient à la présence d'un peu de sulfure de baryum, provenant de traces de sulfate de baryte dans le minerai employé. Lorsque ce dégagement a cessé, l'opération est terminée. Cela est facile à reconnaître au moyen d'un papier imprégné d'un sel de plomb; lorsque, trempé dans le liquide, il ne prend plus de coloration, la réaction est terminée. On verse alors la bouillie très-claire de sucre, de carbonate de baryte et d'eau dans des sacs en croisé de coton très-serré; l'eau sucrée s'écoule en partie naturellement; puis une pression faible d'abord à l'aide d'une presse à vis, plus forte ensuite sous une presse hydraulique exprime la presque totalité du liquide sucré. On retire des

sacs le carbonate pour le délayer à nouveau et le represser. Après la seconde pression, on porte le carbonate à l'atelier de revivification, où on le mélange avec du carbonate de baryte naturel pour le traiter dans le four à réverbère.

Le sirop qui se sépare du carbonate de baryte pèse environ 10 à 12° ; il est louche et contient en suspension un peu de carbonate de baryte.

Il reste même une quantité notable de baryte dissoute dans le liquide et qui ne peut plus être précipitée par l'acide carbonique. Un décantage fait avec soin, après avoir laissé reposer, donne une liqueur assez claire; on ajoute alors à froid du sulfate d'alumine. Le reste de la baryte se précipite à l'état de sulfate, en même temps que l'alumine. On fait passer le sirop sur des filtres à gros noir et on obtient ainsi une liqueur parfaitement incolore qu'on n'a plus qu'à évaporer par les procédés ordinaires. Comme le sirop est extrêmement peu coloré au sortir du vase, où on a précipité le reste de la baryte par le sulfate d'alumine, on emploie d'ordinaire les filtres à gros noir qui n'ont qu'un mètre de haut.

Nous avons laissé de côté les vinasses qui s'écoulent lorsque le sucrate de baryte a été formé. Ces vinasses contiennent une quantité notable de baryte caustique non utilisée.

Pour la recueillir, on la précipite dans une cuve au moyen d'un courant d'acide carbonique et on réunit cette seconde portion de carbonate de baryte à la première pour la revivifier. Les vinasses servent à fabriquer des alcalis, comme les vinasses de distillation.

Comme on le voit, la baryte pourrait être constamment régénérée; malheureusement, dans le cours des manipulations, il se produit à chaque opération des pertes qu'on ne peut évaluer à moins de 20 à 25 pour 100, sans qu'on soit jusqu'à présent parvenu à les éviter.

Il faut aussi porter la plus grande attention au choix des mélasses qu'on destine au travail de la baryte; il est essentiel que ces mélasses ne contiennent pas de sucre incristallisable, 2 à 3 pour 100, par exemple, parce que ce corps use de la baryte en pure perte, diminue la production de sucrate et, par suite, le rendement en sucre cristallisé qu'on peut évaluer, dans un bon travail, aux 9/10 du sucre contenu dans les mélasses.

BAYVET.

TABAC

CULTURE DU TABAC.

Le tabac doit être envisagé successivement sous deux points de vue : sa production, son emploi. Il convient donc de diviser cette étude en deux parties : la première relative à la culture du tabac, la seconde à sa fabrication.

Le tabac peut être cultivé avec succès sous des climats très-divers, dont on peut apprécier la variété en citant comme lieux de culture : Cuba, les États-Unis, les Indes, l'Algérie, la France, la Hollande, l'Allemagne, etc. C'est une plante très-robuste, qui s'accommode aux conditions dans lesquelles elle se trouve. Dans les terres fortes, ses feuilles prennent beaucoup de développement et d'épaisseur ; dans les terres sablonneuses, elles sont plus légères et plus fines. On le cultive généralement en semis, qu'on repique lorsque les plants ont acquis cinq ou six feuilles. Les semis, dans nos climats, se font en couches, à la fin de février. Le repiquage a lieu dans le courant du mois de mai. Le tabac est placé d'ordinaire en tête des assolements ; mais il peut revenir plusieurs fois de suite sur le même terrain. On a l'habitude de lui donner une forte fumure ; cependant il ne consomme qu'une faible proportion de l'engrais, comme le prouvent les récoltes qui le suivent. On le plante en ligne au moyen d'une corde à nœuds, ou mieux d'une chaîne en fer. Les lignes sont accouplées deux à deux, et, entre chaque couple, on laisse un espace suffisant pour que le cultivateur puisse passer sans briser les feuilles, et soigner les plants à droite et à gauche. Immédiatement après le repiquage, on arrose le plant ; la reprise demande de cinq à dix jours, selon le temps. Dès qu'elle a eu lieu, le tabac prend un accroissement d'une extrême rapidité, et, au bout de six à sept semaines, le moment est venu de l'écimer. On a soin d'ailleurs d'entretenir le terrain en état de propreté par des binages, et de buter les plants pour les consolider et leur faire produire un plus grand nombre de racines. Dès que les plants sont écimés, ils se garnissent de bourgeons, et même de rejetons, [illegible]l faut incessamment enlever, si l'on veut que le but de l'éci-

mage soit bien rempli. Peu de temps après l'écimage, la plantation devient tellement fournie, qu'il faut renoncer à cultiver la terre, et qu'on ne peut y pénétrer qu'avec les plus grandes précautions. La maturité s'annonce par les signes suivants : les feuilles, lisses auparavant, deviennent rugueuses, des taches jaunes apparaissent çà et là, et l'extrémité se sèche et se retourne vers la terre. La durée de la végétation, à partir du repiquage, est de 90 à 110 jours.

La récolte s'effectue de deux manières : ou bien on cueille les feuilles à mesure que leur maturité le commande, on les fane en les retournant sur la terre et en évitant avec soin de les exposer aux ardeurs du soleil, puis on les porte au séchoir, où on les enfile sur des ficelles, de manière à former des chapelets d'une cinquantaine de feuilles; ou bien on coupe les pieds, et, après fanage, on pend ceux-ci dans les séchoirs, en les laissant garnis de leurs feuilles. La dessiccation demande de grands soins, et a la plus grande influence sur la qualité que le tabac acquerra. Elle ne doit point être rapide, car le tabac séché trop promptement conserve une teinte verte. Selon le temps, il convient d'aérer plus ou moins le séchoir. Pendant les premiers jours, les feuilles sont rapprochées autant que possible, ce qui provoque une sorte de transpiration accompagnée de chaleur, et le développement rapide d'une couleur jaune clair. Dès que cette teinte apparaît, on écarte les feuilles et on donne de l'air, car elles ne tarderaient pas à pourrir, si elles demeuraient pressées les unes contre les autres.

Il en est du tabac comme de toutes les autres récoltes, plus les plantations sont serrées, moins les plants sont robustes. Aussi le nombre de plants par hectare a-t-il une grande influence sur la qualité du tabac. Dans le Lot, on ne met que 10,000 pieds à l'hectare, et l'on obtient un tabac très-corsé, très-épais, employé à la fabrication du tabac à priser. Dans le Pas-de-Calais, dans l'Alsace, le nombre de pieds par hectare va jusqu'à 40,000, et l'on obtient dans ces départements des feuilles fines et légères, quoique développées, destinées à la fabrication des cigares et du tabac de pipe.

Pendant longtemps, on s'est attaché à produire, en France, des tabacs corsés, en vue de maintenir la réputation justement méritée du tabac à priser; mais, depuis quelques années, la consommation du tabac à fumer a pris un tel développement, qu'on a dû s'attacher à produire autant que possible des tabacs plus légers.

Aussi la régie, laissant aux départements du Lot et du Nord la spécialité des tabacs forts dans laquelle ils excellent, a-t-elle demandé aux autres départements où la culture était déjà ou a été récemment autorisée des tabacs propres à la fabrication des *scaferlatys* et des cigares. La force du tabac est en raison directe du taux pour 100 de nicotine, alcali organique qui caractérise cette plante. Il faut donc s'attacher à cultiver dans des conditions qui donnent un taux très-modéré (2 à 3 pour 100) de nicotine. Des essais, exécutés dernièrement par M. Schlœsing, ont fait voir: 1° que le taux pour 100 de nicotine est d'autant plus faible que les plants sont plus rapprochés, qu'ils portent un plus grand nombre de feuilles, et que les feuilles sont situées plus bas sur la tige; 2° qu'il dépend de la qualité de tabac cultivé, toutes choses égales d'ailleurs, du moins pour les deux premières générations. Ainsi, des graines de Virginie, tabac fort, et des graines d'Alsace, tabac faible, cultivées à Paris dans les mêmes conditions, ont donné des feuilles contenant : les premières 6 pour 100, les secondes 3 pour 100 de nicotine; 3° le taux pour 100 d'alcali dépend du degré de maturité; il croît constamment pendant la végétation, depuis une proportion voisine de 0 jusqu'à la proportion constatée au moment de la récolte. On peut donc, en avançant ou reculant la cueillette, diminuer ou augmenter la force du tabac; 4° dans les tabacs non écimés, la proportion de nicotine est le tiers seulement du taux pour 100 dans les feuilles de même espèce écimées. Ainsi l'écimage augmente considérablement la force du tabac. Il reste à savoir si des feuilles de porte-graines pourraient remplir les conditions autres que celle qui est relative au taux de nicotine, exigées pour une bonne fabrication.

La qualité la plus précieuse du tabac à fumer, c'est d'être combustible, c'est à dire de *garder le feu* pendant un temps suffisant pour que le fumeur puisse mettre un intervalle convenable entre ses aspirations successives. Il a été reconnu que la combustibilité est en raison des doses de sels de potasse à acides organiques que renferme le tabac. Il y a donc le plus grand intérêt à cultiver les tabacs à fumer dans des terrains convenablement pourvus de potasse, soit naturellement, soit par des fumures raisonnées. La nature des sels de potasse contenus dans les sols n'est pas indifférente, car cette plante assimile à des degrés divers les acides minéraux, et ceux-ci, une fois introduits dans le tabac, s'emparent d'une proportion correspondante de potasse, dont l'effet, au point de vue de la combustibilité, est dès lors neutralisé. Le chlore

[redacted]

ıssimilé en grande abondance, l'acide sulfurique très-peu. Il riendra donc d'éviter l'introduction dans le sol des chlorures, s les sulfate, nitrate, silicate et carbonate de potasse seront ı emploi excellent.

a culture indigène tend à prendre un grand développement. 1860, elle a produit 24,355,496 kilogr., vendus au prix ren de 79 fr. 42 c. les 100 kilogr. Néanmoins, on ne peut en- ı mettre le tabac au nombre des récoltes importantes au ıt de vue agricole. Sa culture n'est vraiment lucrative qu'entre nains de petits fermiers qui emploient leurs femmes et leurs nts aux menus travaux qu'elle exige, sans trop compter leur ps. Mais s'il fallait qu'un propriétaire payât toutes les jour- ı que représentent les soins à donner à un hectare de tabac, lant et après la récolte, nous doutons qu'il pût réaliser un éfice convenable.

FABRICATION.

e tabac est offert à la consommation sous quatre formes : ta- à priser, à mâcher et à fumer, dans la pipe ou en cigares. à quatre branches principales de fabrication qu'on va passer dement en revue.

ans les manufactures de l'État, on rencontre d'abord un ate- dit de préparation générale chargé : 1° d'*époularder*, c'est-à- de séparer les feuilles fortement pressées dans les balles et boucauts ; 2° de *trier*, c'est-à-dire de répartir les matières nières entre les diverses fabrications selon les convenances; e *mouiller*, opération nécessaire dans tous les cas, soit que le c doive fermenter, soit qu'il ne doive subir que des manipu- ıns, auxquelles il ne résisterait pas s'il n'était assoupli par mectation ; 4° enfin d'*écôter*, ou enlever une portion de la qui ne saurait être admise dans les tabacs à fumer.

ıbac à priser. — On choisit pour cette fabrication des feuilles ées comme celles de Virginie, de Kentucky, du Lot, du l, etc. Après les avoir mouillées à 18 pour 100 d'eau salée ° B., on les hache en lanières d'un centimètre de large, au en de machines assez semblables aux hache-pailles, puis on orme des masses carrées pesant 40,000 à 50,000 kilogr., de ètres de large sur 6 de long et 3 mètres 50 cent. de haut. La ıentation s'y déclare bientôt. La température s'élève en certains oits jusqu'à 75°-80°, limites qu'elle ne doit point franchir.

Quand elle menace d'aller au delà, on pratique une tranché
la masse pour la refroidir. La fermentation n'est pas uni
Nulle à la surface et au pied de la masse sur une hauteur
80 cent., elle se développe surtout dans une zone ayant e
80 cent. d'épaisseur, qui commence à 50 cent. comptés à
des surfaces supérieure et latérale. Il est facile d'expli
fait. La chaleur est principalement développée par une v
combustion opérée par l'oxygène de l'air. La zone où l
serve la fermentation la plus énergique est en même tem
où l'air pénètre suffisamment, et qui est protégée d'
contre le refroidissement par une épaisseur convenable de

Après quatre mois environ de fermentation, les mass
démolies et râpées, c'est-à-dire réduites en poudre. La
risation s'opère à l'aide des moulins dits à tric-trac. Ils con

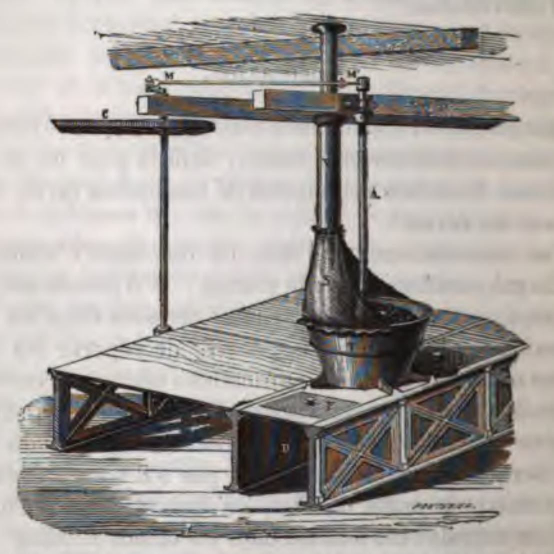


Fig. 513.—Moulin pour la pulvérisation du tabac à priser.

T, Corps du moulin.
A. Axe de la noix du moulin.
V. Boyau de toile amenant le tabac fermenté.
MM'. Mécanisme communiquant à du moulin un mouvement alter
S. Enveloppe de toile destinée à re tabac.

principalement en un corps de moulin ayant la forme
cône renversé, armé de lames de fer serrées avec des coins
bois, et disposées suivant les génératrices du cône; et en
noix mobile, s'emboîtant dans le corps fixe, également armée

[redacted]

nt, avec les premières, un angle de 30°, et animée
ment de rotation alternatif. Le tabac qui a passé par
est reçu dans une vis horizontale qui le transporte dans une auge commune, d'où il est élevé par une noria à l'étage supérieur, pour être distribué par un plan incliné entre quatre tamis. Le tabac tamisé est recueilli, tandis que les débris de feuilles qui n'ont pas traversé le tamis (70 pour 100 environ), tombent dans une seconde vis horizontale qui les transporte au-dessus des moulins. Ceux-ci sont reliés au canal de la vis par des boyaux de toile, et sont ainsi alimentés d'une manière continue.



upe du
bac.
lin armé
er.
également
es de fer.
r.
ac pulvé-

De la sorte, un brin de tabac peut circuler longtemps en passant successivement par les moulins, par la vis inférieure, par la noria, par les tamis et par la vis supérieure, jusqu'à ce qu'étant assez fin, il soit distrait de la circulation en traversant les tamis. Il va sans dire que tous ces travaux
caniquement.
tamisé prend le nom de *râpé sec*. Il va s'emmaga-
le grandes cases en bois de 30 à 40,000 kilogr., où
nouvelles manipulations. Il s'en faut, en effet, que
n du tabac à priser soit terminée. Le râpé sec est
que, et possède la couleur du tabac à priser, mais
bsolument du *montant*, c'est-à-dire de l'odeur pi-
distingue le tabac dont la fabrication est achevée.
doit être mouillé avec 18 pour 100 d'eau salée
anière que son taux d'humidité absolue ressorte à
. Cette *mouillade* s'exécute à l'arrosoir ; un tamisage
ement l'humidité. On porte alors le tabac mouillé,
e nom de *râpé parfait*, dans des cases en bois d'une
l'environ 30,000 kilogr., où il fermente durant trois
npérature s'élève d'ordinaire jusqu'à 40°, et tend en-
ndre. Pour que la fermentation continue, il faut aérer
le transvasant dans une deuxième case. Au bout de
mois, nouveau transvasement, suivi fréquemment
ne, en sorte que la fermentation du tabac à priser en
neuf à douze mois. Plusieurs cases étant arrivées à

cases, la fermentation change de caractère, l'accès de
à peu près interdit, autant par l'enveloppe que par
rulent de la matière. Aussi n'observe-t-on plus de phé-
l'oxydation. Le taux de nicotine demeure désormais
L'acide acétique continue néanmoins à se former pro-
nt de façon à atteindre le taux de 2 ½ pour 100 dans les
iqués. Il est accompagné de petites proportions d'acides
t butyrique. Par contre, les acides malique et citrique
nt; les autres matières, à l'exception des substances
varient pas sensiblement.
arquable que l'ammoniaque se trouve à peu près dans
proportions dans le tabac à priser et dans les feuilles
vi à sa préparation, et cependant, l'acidité naturelle
, qui persiste après la fermentation en masse et même
rmentation en première case, a complétement disparu
abrication est terminée, et a fait place à une réaction
nt alcaline. Ainsi, la somme des bases qui peuvent
otine et ammoniaque) diminue pendant le long travail
cation; de l'acide acétique se forme, et néanmoins le
ent alcalin. C'est qu'il a disparu en même temps une
roportion d'acides malique et citrique, dont la destruc-
sser la prédominance aux alcalis.
is qualités à considérer dans le tabac à priser : la force,
et l'arome. La force est en raison directe de la pro-
icotine, c'est l'action que cet alcali exerce sur l'orga-
bac ne doit pas contenir plus de 2 pour 100 de nico-
uvoir être prisé à fortes doses sans inconvénients.
t l'odeur piquante du tabac, due à un dégagement
apeurs ammoniacales et nicotineuses. Le montant
nt proportionné à l'alcalinité du tabac. Il disparaît
uand on mêle le tabac avec un acide tel que l'acide
cide oxalique. Ainsi traité, le tabac ne présente
proprement dit, mélange des odeurs des essences
e produites par la fermentation.
udre, tel qu'il est livré aux entrepôts, renferme
idité absolue, constatée par la dessiccation dans
ssac.
— La fabrication du tabac à mâcher est la
ses produits sont de trois espèces : les *carottes*,
rôles menu-filés. Les carottes sont des cylin-
Les feuilles corsées fortement pressées, et qu'on

maintient en cet état en les entourant d'une ficelle. On les abandonne à une fermentation lente à basse température. Les rôles sont de véritables cordes en tabac ; l'atelier des gros rôles est presque une corderie. Le gros rôle est formé par des feuilles disposées longitudinalement à l'intérieur et enveloppées par une feuille choisie, étalée, qui porte le nom de *robe*. Les menu-filés sont simplement composés par des demi-feuilles enroulées sur elles-mêmes. Les unes et les autres sont finalement enroulées sur des mandrins pour former des cylindres pesant 1 kil. 100 ou 1 kil. 050 grammes, pressés et séchés.

Tabac de pipe ou scaferlaty. — On distingue plusieurs sortes de *scaferlatys* : l'ordinaire, dont la fabrication a pris depuis quelques années une extension considérable, et les étrangers composés uniquement, soit de Maryland, soit de Varinas, Latakié, Levant, etc. Le mode de fabrication de ces divers *scaferlatys* est identique. On assouplit d'abord les feuilles en les mouillant à 28 pour 100 d'eau salée à 6° B. Après vingt-quatre heures de séjour à la mouillade, on les porte à l'écôtage, où certaines espèces à grosse côte sont dépouillées d'une certaine proportion de celle-ci, qui ne saurait figurer dans un *scaferlaty* bien préparé. Les feuilles sont ensuite *capsées*, c'est-à-dire disposées dans le même sens, les unes sur les autres, dans des mannes. Elles sont livrées dans cet état au hachage.

Les hachoirs sont des appareils mécaniques où l'on remarque deux mouvements essentiels : 1° le mouvement alternatif dans un plan vertical d'un couteau oblique guidé par des glissières ; 2° un mouvement horizontal très-lent du tabac qui vient se présenter sous le couteau, en sorte que celui-ci abat une tranche chaque fois qu'il descend. A cet effet, le tabac est serré de chaque côté par des plans fixes, et dessus et dessous par des toiles sans fin tendues sur des rouleaux. Ceux-ci reçoivent de l'arbre de la machine, par une roue à déclic, un mouvement de rotation qui fait marcher les toiles, lesquelles entraînent le tabac. Les feuilles sont disposées en long dans l'intervalle qui sépare les toiles, de manière à se présenter perpendiculairement au couteau. De la sorte, les côtes sont hachées en tranches menues dites œil *de perdrix*, et l'on évite complétement la présence des fragments trop volumineux que les consommateurs ont appelés *bûches*.

Après le hachage, le *scaferlaty* subit la torréfaction, opération qui a deux buts essentiels, celui d'enlever l'excédant d'humidité et celui de friser le tabac. Le torréfacteur de M. Rolland a aujourd'hui

nplacé les fours à feu nu et à vapeur employés précédemment. st un grand cylindre horizontal tournant sur des galets et

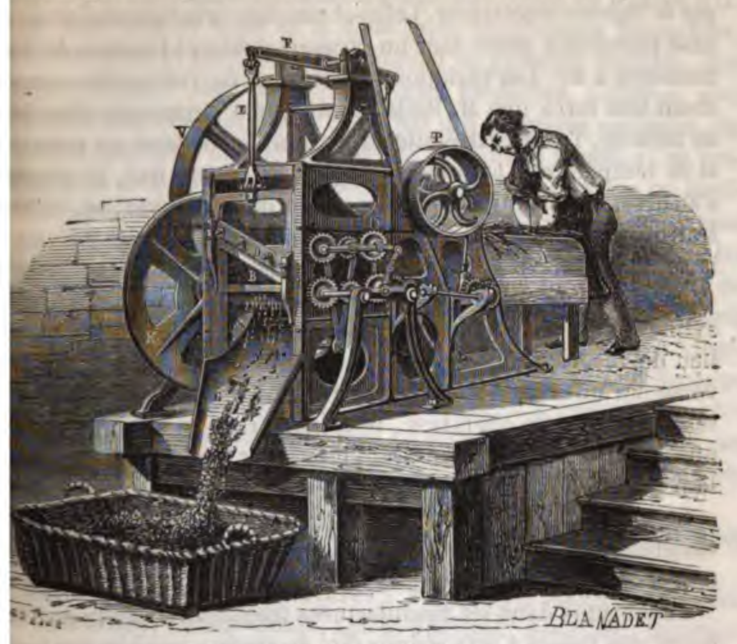


Fig. 515.—Hacnoir à tabac.

Poulie communiquant le mouvement à l'appareil.
Volant.
Entrée des feuilles de tabac.
D'. Couteau oblique soulevé et abaissé successivement par le système F, E.
G. Départ du tabac haché.

ıé à l'intérieur de lames hélicoïdales. Le tabac introduit à une rémité parcourt ce cylindre par le seul fait de la rotation et t par l'autre bout. Pendant ce trajet, il reçoit une double aptation de chaleur. D'abord le cylindre est chauffé extérieurent à feu nu ; de plus, un courant d'air chauffé par les maçonies et par des doubles enveloppes en tôle qui couvrent le indre, pénètre dans le torréfacteur, communique sa chaleur tabac et entraîne avec lui les vapeurs d'eau dans la cheminée foyer.

n conçoit que, dans un appareil de ce genre, il faille régler c le plus grand soin la température, car le tabac est une mare délicate qui prend un goût détestable dès qu'il est exposé ne température dépassant sensiblement 100°. M. Rolland a c imaginé un thermo-régulateur fondé sur les principes sui-

vants : Les cendriers des foyers sont fermés, et l'air nécessaire à la combustion est distribué par une soupape qui est commandée par le thermo-régulateur. Celui-ci consiste principalement en un tube métallique placé dans un carneau et faisant fonction de thermomètre à air. Les variations du volume de l'air confiné engendrent une force que M. Rolland fait agir à l'extrémité d'un fléau de balance, l'autre extrémité supportant la soupape, en sorte que si la température augmente au delà du point fixé, la soupape s'abaisse, et la combustion est arrêtée dans le foyer; si, au contraire, la température tombe au-dessous de la limite convenue, la soupape s'élève et les foyers reprennent leur activité.

Le *scaferlaty* passe du torréfacteur dans le sécheur, grand cylindre en bois assez semblable à un torréfacteur, mais qui, au lieu de recevoir une application de chaleur, est simplement traversé par un courant d'air projeté par un ventilateur. Refroidi et ressuyé par cette opération, le *scaferlaty* est mis en masse pour une quinzaine de jours environ, puis il est livré au paquetage, de là à l'embarillage et enfin aux magasins d'expédition.

Le *scaferlaty* ordinaire est composé d'un grand nombre de variétés de tabacs dont les principales sont : Kentucky, Maryland, Pas-de-Calais, Alsace, Hongrie, Macédoine, etc.

On fabrique dans les manufactures frontières de Lille et Strasbourg des tabacs à prix réduits dits de *cantine*, pour la confection desquels on emploie des feuilles de qualité inférieure. Cette fabrication est nécessitée par la concurrence que la contrebande fait aux produits de la régie.

Cigares. — La fabrication des cigares a pris un développement énorme depuis quelques années. On s'en fera une idée quand on saura que la manufacture de Paris, qui compte aujourd'hui plus de 1,500 cigarières, en avait à peine 150 il y a quinze ans.

On fait en France tous les cigares de 5 et 10 cent. vendus par la régie. Depuis quelques années, on fabrique, dans la manufacture spéciale de Bercy, les cigares de 15 cent. en feuilles de Havane pur. Les cigares d'un prix plus élevé sont achetés à la Havane soit directement, soit par l'intermédiaire d'adjudicataires.

Un cigare est composé de trois parties : l'intérieur ou *tripe*, assemblage de morceaux de feuilles disposés longitudinalement et présentant à peu près la forme du cigare; la *sous-cape*, morceau de tabac plus grand qui enveloppe la tripe; enfin la *robe*, bande de 4 centimètres de large sur 25 de long, qui s'enroule en spirale autour du cigare et en ferme hermétiquement la surface,

que l'air aspiré par le fumeur soit obligé de pénétrer dans le ·e par l'extrémité allumée. La cigarière reçoit les feuilles d'où doit tirer la tripe et la sous-cape, simplement humectées; les écôte et les réduit en morceaux de grosseur variable. Elle it, d'autre part, des robes toutes préparées. Celles-ci sont ées dans des feuilles de choix par des ouvrières spéciales. On ent, par cette division du travail, un double bénéfice: on pro- plus avec le même nombre d'ouvrières, et l'on tire un meil- parti des feuilles destinées à la confection des robes, qui sont ours d'un prix notablement élevé. Pour confectionner les s, les ouvrières écôtent les feuilles et les partagent ainsi en iés qu'elles étalent les unes au-dessus des autres. Les paquets emi-feuilles étalées sont soumis à la pression pendant vingt- re heures, ce qui achève de détruire les plis, puis on découpe chacune d'elles, au moyen d'un couteau à roulettes, le plus d nombre possible de robes. Le sens de la coupure n'est pas fférent, car il faut que la robe, une fois enroulée, présente ses ures parallèlement à l'axe du cigare.

es cigares à 5 cent. sont fabriqués avec des mélanges de feuilles lexique, Meurthe, Moselle, Gironde et Dordogne.

ns la confection des cigares à 10 cent., il entre des feuilles entucky, Pas-de-Calais, Lot-et-Garonne, Bas-Rhin, Meurthe, elle, Gironde, Dordogne, Algérie et Hongrie.

tuellement, la culture indigène fournit des feuilles de qualité sante pour la fabrication des cigares. Malheureusement, elles iennent en général un taux pour 100 de nicotine trop élevé. n tabac à fumer ne doit pas contenir au delà de 2 à 2,5 pour de nicotine, pour ne pas éprouver le fumeur le plus aguerri. est donc obligé de faire subir aux feuilles pour cigares des ges ayant pour but d'éliminer l'excédant d'alcali. De là, des ipulations qui compliquent la fabrication. On le comprendra ment, si l'on se reporte à ce que l'on a dit précédemment sur mbustibilité.

n ne doit pas rejeter indistinctement tous les jus provenant des ges. Le jus de telle espèce riche en potasse et combustible être conservé pour être incorporé dans telle autre espèce in- bustible, qui aura été épuisée par l'eau, et qui acquerra ainsi degré convenable de combustibilité. Il y a donc lieu, on le , de traiter séparément par l'eau diverses espèces de feuilles. s d'autres circonstances, on réunit dans un même cuvier les rses espèces qui doivent entrer dans la fabrication d'une

[redacted]

même sorte de cigares. On les fait *macérer* avec de l'eau et on expulse le jus par décantation, puis par la presse. La macération présente trois résultats : diminution de la force des cigares, fusion parfaite des goûts particuliers à chaque espèce, en sorte qu'un cigare ressemble parfaitement à un autre, enfin similitude entre les feuilles de diverse combustibilité, par suite de l'égale répartition, faite par l'intermédiaire de l'eau, des sels de potasse à acides organiques.

Nous bornerons là les détails que nous voulions présenter sur la fabrication du tabac. Nous ne quitterons cependant pas ce sujet sans signaler l'ordre extrême qui préside à toutes les opérations d'une manufacture. Toutes les matières sont pesées à l'entrée et à la sortie de chaque atelier, en sorte qu'à tout moment, l'ingénieur peut dresser *l'état de rendement* des diverses fabrications. Autant qu'il est possible, les salaires sont à l'entreprise, et chaque ouvrier possède un livret sur lequel on porte, chaque jour, d'après une unité convenue, et en sa présence, la quantité de travail qu'il a produite ; ainsi la paye ne peut soulever aucune difficulté. Une telle organisation exige évidemment un surcroît de personnel, mais elle produit en toutes choses un ordre qui conduit infailliblement à l'économie et au progrès des procédés de fabrication.

Terminons cette courte notice sur le tabac, par quelques renseignements sur les quantités vendues par la régie en 1860 et sur le bénéfice réalisé.

En 1860, il a été vendu 29,224,497 kilogr. de tabac qui se décomposent ainsi qu'il suit :

17,636,095 kilogr. de tabac ordinaire (scaferlaty, poudre ordinaire ; gros rôle). Prix de vente aux débitants, 7 fr. 55 c. le kilogr.

7,499,874 kilogr. de tabacs à prix réduits. Prix de vente aux débitants, 2 fr. 46 c.

1,241,538 kilogr. de tabacs de troupe. Prix de vente aux débitants, 1 fr. 30 c.

2,846,990 kilogr. de tabac étranger et de luxe, y compris les cigares de la Havane et de Manille qui entrent dans ce résultat pour 129, 069 kilogr. Prix de vente moyen aux débitants, 13 fr. 82 c.

Le bénéfice net réalisé par l'État, en 1860, sur la vente des tabacs a été de 137,115,668 fr. 97 c.

Depuis 1811, date de l'établissement du monopole, jusqu'au 31 décembre 1860, le bénéfice total a été de 3,293,881,255 fr.

SCHLOESING.

TANNERIE

MÉGISSERIE, CHAMOISERIE, ETC.

I. TANNERIE.

Le travail de la tannerie se divise en deux parties bien distinctes, suivant le genre de peaux qu'on fabrique et le résultat qu'on veut obtenir. Il comprend : 1° la fabrication des cuirs forts; 2° la fabrication de la molleterie ou cuirs à œuvre.

TRAVAIL DES CUIRS FORTS.

Dans le travail des cuirs forts, on se propose d'obtenir des cuirs aussi forts que possible avec les peaux de bœuf. Ces cuirs sont destinés en général aux semelles des chaussures. Ce qui constitue donc leur qualité, c'est leur compacité jointe à la souplesse. Il faut que ce cuir soit serré, flexible et peu absorbant.

Voici le mode de travail suivi pour atteindre ce résultat : Le cuir fort ne se prépare guère aujourd'hui que par la méthode dite de *Liége* ou *à la jusée.* Elle tire son nom de la jusée ou *jus* de tan aigre qu'on emploie pour opérer le dépilage et le gonflement du cuir. C'est du pays de Liége que les tanneurs français l'ont apprise.

Les peaux de bœuf, arrivant de l'abattoir, doivent être débarrassées de toutes les parties inutiles qui s'y trouvent adhérentes, telles que les cornes, les sabots, la graisse; puis on les met dans une eau claire, afin de les laver et de les dessaigner. On les rince au bout de 24 heures; elles sont prêtes alors à entrer en travail.

Les peaux sèches qui arrivent de l'étranger, de Buenos-Ayres, par exemple, doivent, avant toute autre opération, être mises en trempe pour être ramenées à un état aussi rapproché que possible des peaux fraîches ou vertes, quant à la souplesse et au gonflement.

Les peaux salées doivent également être mises en trempe, afin de les débarrasser de tout le sel qu'elles contiennent et qui nuirait à l'opération du tannage. Le *ramollissage* de ces peaux se fait plus vite que celui des peaux sèches, puisque le sel leur a con-

servé leur souplesse. Cette opération se fait dans de l'eau ayant déjà servi à la trempe des peaux d'une opération précédente. Cette eau, en effet, déjà chargée de principes animaux, agit plus vite et plus efficacement que l'eau claire. (Dans les tanneries de Paris, situées sur la rivière de Bièvre, on met les peaux tremper dans cette rivière, en les attachant avec des cordes. Le ramollissage s'y produit très-vite, parce que les égouts de toutes les tanneries et autres établissements apportent à la Bièvre une grande quantité de matières en décomposition.)

On achève le ramollissage en donnant un coup de fer ou *craminage*. Cette opération a pour but de faire disparaître les plis dans les peaux sèches et de briser le nerf de la peau, afin de lui donner plus de souplesse et de permettre à l'eau de mieux la pénétrer.

Lorsque les peaux ont reçu ces préparations préliminaires qui ne constituent pas, à proprement parler, le travail de la tannerie, elles sont en état d'être soumises aux opérations préparatoires qui les disposent à l'action du tannin. Ces opérations préparatoires sont le *dépilage* ou *débourrage* et le *gonflement*.

Le dépilage ou débourrage peut s'obtenir de différentes manières qui ont toujours pour but de produire une altération dans l'épiderme, de telle sorte que le poil puisse s'arracher de la peau. Ces diverses manières d'y arriver sont : le débourrage à l'échauffe naturelle, à l'étuve et à la jusée.

Dans le débourrage à l'*échauffe naturelle*, employé surtout pour les peaux fraîches, on se contente de mettre en pile les peaux pliées et d'attendre qu'un commencement de fermentation s'établisse. On doit avoir soin de visiter souvent la pile, afin de saisir le moment convenable et ne pas attendre que le poil tombe trop facilement. *Le poil doit crier en s'arrachant.* Si l'échauffe n'était pas arrêtée à temps, c'est-à-dire si la fermentation continuait trop longtemps, la peau se trouverait altérée et le cuir qui en résulterait aurait perdu de son poids et de sa qualité. On a abandonné complétement le procédé d'échauffe, qui consistait à envelopper les peaux avec du fumier. L'échauffe se produisait bien, mais il n'était pas aussi facile de visiter et de connaître à quel point la fermentation était établie.

On pratique encore le débourrage au moyen d'une étuve chauffée avec de la tannée, les peaux étant placées sur des pièces de bois transversales. Ce procédé a été amélioré par l'introduction du débourrage à la vapeur, faite par M. Delbut de Saint-Germain, en 1838. La vapeur est amenée sous un faux plancher et elle pé-

nètre dans la chambre par des ouvertures pratiquées à la partie supérieure. L'eau condensée s'écoule par des orifices inférieurs.

Enfin, on peut encore obtenir la fermentation nécessaire pour faire lâcher le poil au moyen du jus de tan aigri. Pour opérer le débourrage de cette manière, on a un train de cuves composé de sept à dix environ de 1^{m},10 de profondeur et 1,70 de diamètre. Chaque cuve reçoit sept ou huit cuirs au plus. Le train est conduit méthodiquement, c'est-à-dire que la première cuve contient le jus le plus faible, la deuxième un jus d'une force plus élevée et ainsi de suite, la dernière ayant le jus le plus fort.

Les peaux sont placées d'abord dans le jus aigre le plus faible, de manière qu'elles trempent parfaitement. Chaque jour, on lève les peaux deux fois et on les fait égoutter sur le bord de la cuve. Au bout d'une heure environ, on les rabat dans la même cuve, et ce n'est que lorsqu'on les a levées le lendemain, qu'on les passe dans la cuve suivante où le jus est d'un degré plus fort. On renouvelle ces changements de cuve jusqu'à ce que le poil commence à tomber. En été, 8 jours suffisent; en hiver, il en faut 10 à 12; la température influant sur le gonflement des peaux et par conséquent sur le moment où l'épiderme est assez ouvert pour laisser arracher le poil.

Quand les peaux sont amenées au point où le poil peut être arraché, on procède à l'ébourrage, qui se fait au moyen d'un *couteau rond* ou d'une *quœurce* sur le *chevalet de rivière*. On doit ébourrer sur une *couche*, c'est-à-dire qu'on doit placer sur le chevalet des peaux pliées en double, de manière à former un fond élastique, sur lequel on place la peau qu'on doit ébourrer.

La quœurce a l'avantage sur le couteau de ne pas altérer la *fleur*, dans le cas où l'ouvrier conduirait mal son outil. On doit avoir bien soin qu'il ne reste aucune ordure entre le couteau et le cuir, sans quoi la fleur serait altérée. Cependant, lorsque l'ébourrage est difficile et que le poil *ne quitte pas*, on saupoudre la peau de cendre ou de sable très-fin, ce qui facilite l'opération.

Les peaux ébourrées sont mises tremper dans une eau claire, puis on les travaille au chevalet de rivière, c'est-à-dire qu'avec un couteau circulaire on enlève la chair et les impuretés qui se trouvent encore adhérentes à la peau, puis avec une *faux*, on abat les bords, les extrémités des pattes, les oreilles, en un mot les parties inutiles. On met alors les peaux dans l'eau claire et au bout de quelques heures de trempe, elles passent dans le *passement mort* ou jus de tan usé. La peau prend un peu de gonflement, et,

le lendemain, on la décrasse de fleur avec le couteau rond; s'il reste quelques poils qui ne soient pas tombés lors de l'ébourrage, on les enlève en les rasant au moyen d'un petit tranchant à main.

Les peaux étant travaillées de rivière, on les porte dans les passements ou jus aigris, afin d'opérer leur gonflement par la fermentation acide. Le jus aigre se fait avec de la tannée sortant des fosses dans lesquelles on a couché les cuirs d'une opération précédente, sur laquelle on verse de l'eau, puis on laisse l'acidité se produire. On commence par la cuve qui contient le jus le plus faible. On a ainsi six à huit cuves qui vont en augmentant de force, puis on a une cuve dite *neuve*, qui contient du jus aigre neuf et dans lequel M. Salleron ajoutait environ 2 kilogr. d'acide sulfurique à 66°. Le jus doit être agité avec soin, afin de faire un mélange bien intime avec l'acide.

Le premier jour que les cuirs ont passé dans la cuve neuve, on les lève deux fois avec une heure d'égouttage; le deuxième jour, on ne les lève qu'une fois. On agite le liquide avec soin, avant de rabattre les cuirs dans le jus; le troisième jour, les cuirs passent dans une nouvelle cuve neuve, remplie également de jus neuf acidulé comme précédemment; c'est le *gonflement neuf*. Le soir, on lève, on laisse égoutter une heure et on rabat : on répète cette opération deux jours encore, puis on laisse les cuirs quatre à six jours en repos; ils sont alors passés et prêts à tanner.

Le tannage proprement dit commence dans une fosse dite de *refaisage*. Dans cette fosse, on place les cuirs avec du jus de tan non aigri cette fois, et des écorçons ou morceaux d'écorce de chêne. Le jus de tannée marque environ 20° au pèse-tannin. On les laisse séjourner environ un mois dans cette fosse, puis on les lève pour les coucher en fosses.

A Paris, les fosses sont généralement en bois de chêne et de forme ronde; dans quelques pays, on en trouve en maçonnerie et de forme carrée. On préfère aujourd'hui les fosses rondes en bois, comme moins sujettes aux fentes et donnant de meilleurs résultats pratiques.

On commence par mettre au fond de la fosse environ 15 à 20 centimètres de tannée ou tan ayant déjà servi, puis on étend une couche de tan humecté d'environ 3 à 4 centimètres. On place sur cette couche un cuir étendu et par-dessus une couche de tan qui le recouvre complétement, en ayant soin de garnir de tan les plis et duplicatures que l'on est obligé de faire. On étend un nouveau

[redacted]

cuir sur la couche de tan, en ayant soin de placer le cuir en tournant autour de la fosse, de manière que les têtes se trouvent l'une à côté de l'autre. On continue ainsi en tournant dans le même sens, jusqu'à ce que la fosse soit pleine à environ 50 centimètres du bord supérieur. On met alors, sur la dernière couche de tan neuf, une quantité de tannée suffisante pour remplir la fosse. On foule la tannée et on la charge avec des planches. Il faut alors abreuver la fosse.

J'ai dit qu'on se servait de tan humecté. En effet, on arrose le tan au moment de s'en servir et on le mêle avec une pelle ou un crochet en fer étamé. On évite par là la poussière qui s'élèverait dans la fosse et qui gênerait beaucoup les ouvriers. C'est là, du reste, le seul avantage de cette méthode. On a prétendu aussi que le tan humecté se divisait mieux que le tan sec et qu'il jetait plus vite son feu.

On doit avoir soin également, en couchant, de répandre une couche plus forte sur les parties fortes et épaisses du cuir que sur les parties faibles.

La fosse doit être abreuvée exactement, afin que l'eau, qui est l'intermédiaire nécessaire à la réaction, soit répandue dans toute la fosse en quantité suffisante. On fait cet abreuvement en versant l'eau ou le jus de tan sur des toiles étendues sur la fosse jusqu'à ce que toute la masse soit complétement imbibée. Quelquefois on est obligé d'ajouter de l'eau le lendemain, parce que l'eau n'ayant pas d'abord pénétré dans toute l'épaisseur de la fosse, s'y est ensuite infiltrée peu à peu. La fosse semblait abreuvée et ne l'était pas.

On facilite cette opération en plaçant sur le côté de la fosse une gouttière dans laquelle on fait couler un filet d'eau ou de jus à mesure que l'on couche les cuirs; de cette façon, la fosse se trouve abreuvée quand elle est remplie.

Cette méthode permet également de voir à chaque instant si la fosse conserve bien l'eau et n'a pas de fuite, au moyen de la gouttière qui reste dans la fosse. Quand on n'emploie pas ce second moyen, on doit sonder la fosse de temps en temps, afin de s'assurer de son état et de la présence de l'eau.

On donne aux cuirs forts trois *fosses*, c'est-à-dire qu'on couche les cuirs trois fois, comme nous venons de le détailler. La première poudre (tan) se donne sur la fleur; elle doit être fine et le contact dure deux à trois mois; la seconde se donne sur chair, plus grosse que la première poudre, et l'opération dure trois à

quatre mois. On pourrait la faire durer plus longtemps sans inconvénients. Enfin la troisième écorce ou poudre se donne sur fleur. On emploie de la grosse écorce et l'on prolonge le contact pendant quatre à cinq mois, ce qui fait en totalité, pour le cuir, neuf mois à un an de fosse.

A chaque addition de poudre, quand on relève les cuirs, on doit avoir soin de faire tomber la tannée adhérente au cuir. Ceci a pour but de mettre la surface du cuir en contact direct avec le tan neuf et de le débarrasser de la tannée usée qui ne produirait aucun effet et nuirait à l'action du tan neuf.

J'ai dit que la durée du contact de chaque poudre allait en augmentant ; la raison en est bien simple : lorsque la peau est mise en *refaisage*, elle n'a pas encore subi l'action du tannin, elle est gonflée et disposée à le recevoir promptement. Elle l'absorbe donc, la réaction a lieu promptement ; aussi, est-il inutile de laisser les cuirs plus longtemps en refaisage. Sous l'action de la première poudre, le cuir a déjà été un peu tanné, il a déjà moins d'avidité pour le tannin ; aussi, le laisse-t-on plus longtemps qu'en refaisage. Sous l'action de la deuxième poudre, on retourne le cuir sur chair, afin que l'action du tan ait lieu sur cette partie comme elle a eu lieu sur la fleur lors de l'emploi de la première poudre. Elle dure plus longtemps que celle-ci, à cause du tannage plus avancé, et même ce tannage peut être presque complétement terminé dans cette poudre.

La troisième poudre rencontre un cuir presque tanné. La quantité de matière à tanner devient donc très-faible. Mais, dans cette poudre, le cuir gagne en poids, le tannin se logeant dans l'épaisseur du cuir et achevant de tanner les moindres fibres; la fleur n'offre plus alors une ligne blanche sur la coupe du cuir, elle diminue d'épaisseur à mesure que le cuir se tanne davantage ; il y a plus d'homogénéité dans toute l'épaisseur du cuir, qui gagne par là de la souplesse tout en augmentant de compacité. Il prend donc de la qualité, et plus le séjour en fosse est prolongé, du moins jusqu'à une certaine limite, plus le cuir gagne en poids et en qualité.

L'augmentation de poids a une grande importance, puisque c'est au poids que se vendent les cuirs de cette espèce, et il n'arrive que trop que cette augmentation de poids, due au tannage, est remplacée, dans les cuirs mal tannés, par une quantité d'eau restant dans le cuir et qui n'a pas été enlevée par une évaporation assez prolongée.

[redacted]

ɜs cuirs doivent être séchés lorsqu'ils sont levés de la troi-
e fosse. Cependant, il y a quelques tanneurs qui soumettent à
ion d'une quatrième poudre; mais ce n'est que dans les cas
es cuirs n'auraient pas acquis le degré de qualité voulue,
suite de mauvaises façons dans les opérations précédentes.
ı séchage des cuirs se fait à air libre, dans des séchoirs garnis
ersiennes à lames mobiles. On évite que le soleil frappe sur
uirs; le séchage à l'ombre laisse le cuir d'une couleur plus
e et plus blanche. On a soin, lorsque les cuirs sont encore en
teur, de les abattre sur le plancher du séchoir et de les dres-
soit en marchant dessus avec des sabots, soit en les frappant
: des maillets de bois. On achève de les sécher ensuite, soit
ɜs plaçant sur des cordes, soit en les pendant à des clous par
ète. Quelques cuirs doivent être battus, lorsqu'ils sont trop
ıs, avec des maillets de bois, sur une table de bois ou de
re. On leur donne ainsi plus de fermeté et de consistance.
ı met ensuite les cuirs en pile et on les charge. Au bout de
ques jours, on les retourne et on les étend pour enlever
midité qui s'y trouve encore. On conserve ainsi les cuirs
ıque temps avant de les vendre pour qu'ils soient bien secs,
ent plats et unis et qu'ils *ne se tourmentent plus.*
ans les petites tanneries, où il ne se trouve pas à la fois assez
uirs au même degré d'avancement, pour remplir en totalité
fosse, il arrive qu'on est obligé de coucher des cuirs amenés
fférentes phases dans la même fosse. On a soin de placer alors
ond de la fosse ceux qui sont le plus avancés, et à la partie
érieure ceux qui le sont moins. En effet, au fond de la fosse,
ı entraîne toujours une plus grande quantité de tannin, et si
uirs sont déjà assez avancés, il faut bien qu'ils rencontrent
plus grande richesse en principe tannant pour que la réac-
continue régulièrement.
ette même raison fait que lorsqu'on change les cuirs d'une
e à l'autre, il faut mettre au fond de la fosse ceux qui étaient
partie supérieure de la fosse précédente, afin d'obtenir plus
égularité dans le tannage.
e même encore, si dans une tannerie on a des écorces de
esses différentes en tannin, il faudra, pour agir avec méthode,
loyer d'abord l'écorce la moins riche lorsque la peau absorbera
: avidité tout le principe actif qu'on lui présentera, en réser-
ant l'écorce la plus riche, l'écorce de meilleure qualité pour
ıettre en contact avec le cuir déjà presque tanné. Le principe

de la tannerie, en effet, est de présenter au cuir, à mesure qu
avance en travail, des jus renfermant de plus en plus de tann
afin de nourrir de plus en plus le cuir, sans jamais laisser
réaction tomber et s'amoindrir.

MOLLETERIE, CUIRS A ŒUVRE.

Le but qu'on se propose dans cette fabrication n'est plus d'o
tenir des cuirs serrés, compactes et conservant toute leur fo
mais bien d'avoir des cuirs susceptibles, par le travail du c
royeur, de donner des cuirs souples, devant servir aux usag
divers de la sellerie, la carrosserie, la cordonnerie, etc.

Nous avons ici plusieurs subdivisions à établir, comprenant l
peaux de vaches, celles de veaux, celles de chevaux, et en
celles de chèvres et moutons.

Tannage des peaux de vaches. — On emploie dans ce travail l
peaux de vaches et de petits bœufs. La peau de vache est p
fine, moins spongieuse que celle des bœufs; cependant, avec
jeunes bœufs, on obtient de bons résultats.

On travaille ces sortes de peaux au moyen des *plains à la chau*
Les peaux doivent recevoir les mêmes préparations prélimina
que celles destinées à faire des cuirs forts, c'est-à-dire qu'on d
les laver, les débarrasser des parties inutiles, et, si elles so
sèches ou salées, les mettre tremper pour les *faire revenir* co
plétement. Il en est, du reste, de même pour toutes les peau
nous supposerons donc toujours que ce travail est fait avant to
autre chose.

Dans des cuves de bois enfoncées en terre, ou mieux dans d
bassins de maçonnerie de brique et ciment romain, on verse
lait de chaux éteinte dans lequel on jette les peaux. C'est là ce q
constitue un *plain*. On donne aux peaux fraîches cinq à six jo
en trois plains et pour les peaux sèches dix à douze jours. Vo
comment on opère : Dans un plain *mort*, ou ayant déjà servi, o
jette les peaux, puis on les relève le lendemain pour les met
en *retraite*, c'est-à-dire égoutter. Pendant ce temps et avant
remettre les peaux, on agite les plains avec un morceau de bo
nommé *bouloir*, puis on rabat les peaux. Le lendemain, on lè
les peaux pour les rabattre après l'égouttage dans le plain su
vant qui a déjà servi à une opération précédente, et qui, p
conséquent, n'est pas encore neuf, mais a plus de force que l
plain mort. On passe de même de ce plain au plain suivant q

le *plain neuf*. On a soin de relever, mettre en retraite et ra-
tre tous les jours.
uand les peaux sont en état d'être ébourrées, on procède à
e façon comme pour les gros cuirs. Il faut environ dix à douze
rs en hiver et cinq à six en été, pour arriver à ce résultat.
es peaux ébourrées reçoivent la façon suivante, qui est l'*é-*
rnage. Dans cette opération, on enlève les chairs restant adhé-
tes à la peau, on baisse les parties fortes telles que la tête,
on coupe les parties inutiles, les extrémités des pattes, les
nelles, le museau, si toutefois la peau doit être vendue à la
e et non au poids. Les débris ainsi coupés deviennent
tières premières pour la fabrication de la gélatine et de la
e.
es peaux, après cet écharnage, sont mises à tremper dans une
claire, afin de faire sortir la chaux qu'elles pourraient con-
r dans leur épaisseur. On facilite cette sortie de la chaux par
recoulages, c'est-à-dire qu'on étend la peau sur le chevalet et
on la presse avec le couteau rond. On répète cette opération
chair et sur fleur.
es peaux de vaches destinées à faire des cuirs à semelles ne
oivent que deux façons, mais il en faut davantage pour celles
doivent servir à la fabrication des cuirs mous, attendu que
louceur est la qualité essentielle de ces produits, et que la
ux qui y serait laissée donnerait de la dureté. On doit donc
ever le travail de rivière, jusqu'à ce que l'eau de recoulage
te de la peau claire et sans teinte laiteuse de chaux.
es peaux passent alors dans la série des opérations qui consti-
nt réellement le tannage. Dans l'opération suivante, le *cou-*
ment, elles vont se trouver en contact pour la première fois avec
tannin ; aussi doit-on produire une réaction très-faible si l'on
t obtenir de bons résultats, puis aller en augmentant graduel-
nent, de manière à amener la peau à l'état de cuir bien tanné.
es vaches sont *coudrées* de cette manière : on a une cuve de
faible ayant déjà servi, dans lequel on jette les peaux en y
utant un peu de tan neuf. On les y laisse douze heures, puis
les relève et on les met en retraite. On agit ainsi, afin que la
u ne forme pas de plis et prenne une couleur égale. On laisse
peaux pendant deux jours dans ces cuves, en les lavant et les
attant chaque jour. Pendant que les peaux sont en retraite,
ajoute un peu d'écorce dans la cuve, de manière à augmenter
duellement la force du jus.

Les peaux, ayant reçu cette première action du tannage, sont mises en refaisage. A cet effet, on forme au fond d'une cuve ou d'une fosse une couche de tan sur laquelle on étend une peau entière, puis on garnit toute sa surface d'une couche de tan neuf. On place par-dessus une nouvelle peau qu'on recouvre également de tan et ainsi de suite, de façon que la dernière peau soit recouverte de tan. On abreuve la fosse avec l'eau de coudrement qui, ayant déjà servi, n'a presque plus de force. Ce refaisage sert de première poudre pour les vaches, et, au sortir du refaisage, elles n'ont plus besoin que d'être couchées en fosse deux fois. Le refaisage dure un mois; la première fosse, deux mois et la deuxième cinq à six semaines.

Le couchage en fosse des peaux de vaches se fait de la même manière que pour les cuirs forts. Il en est de même pour les usages de ces sortes de cuirs.

Tannage des peaux de veaux.—La nature de ces peaux étant très-délicate et très-sujette aux altérations, elles demandent beaucoup plus de soin dans le travail. Comme les autres peaux, elles doivent être lavées et dessaignées, si elles sont vertes; ramollies et craminées, si elles sont sèches, dessalées enfin, si elles ont été conservées par le sel.

Amenées à un état convenable, elles passent par les plains, qui sont en plus grand nombre que pour les peaux de vaches, de manière à graduer davantage la force de ces plains, depuis le plain mort, qui doit être très-faible pour ne pas saisir la peau, jusqu'au plain neuf, qui achève le gonflement et permet le débourrage.

On débourre les veaux à la quœurce et jamais au couteau, la fleur des veaux étant très-fine et ne devant pas être altérée.

Après l'ébourrage, les peaux reçoivent la façon suivante, qui est l'écharnage, puis on baisse les parties plus fortes, telles que la tête, c'est-à-dire qu'avec une faux ou couteau très-tranchant, on coupe sur l'épaisseur de la peau, par tranches, de manière à réduire les parties fortes à l'épaisseur moyenne ou à peu près du reste de la peau. On enlève également les parties inutiles, le museau, les extrémités des pattes, la queue, et ces parties enlevées deviennent matière première pour la fabrication de la gélatine.

Après ces opérations vient le contre-écharnage, puis les façons de fleur et de chair qui doivent être données avec beaucoup de soin; enfin le recoulage, façon dans laquelle l'eau qui sort de la peau doit être claire et propre comme preuve que toutes les

nt bien débarrassées de la chaux qu'elles avaient prises
plains.
aux de veaux qui doivent avoir le plus de souplesse
exigent un travail supplémentaire, qui est le foulage.
façons de rivière, quatre hommes, munis d'un pilon en
frappent sur les peaux placées dans un baquet avec
d'eau. On rompt ainsi le nerf de la peau, ce qui lui
la douceur et de la souplesse.
cède ensuite au coudrement. Pour cela, on jette les
ns des cuves contenant des jus faibles, de manière
baignent complétement sans être foulées. On doit agiter
nent, afin d'éviter que les peaux, se touchant, ne se col-
elles ou ne forment des plis, ce qui empêcherait les par-
es de recevoir l'action du tannin et nuirait au résultat
En effet, l'opération du coudrement a surtout pour but
rer également l'action des jus plus forts qui viendront
r la peau dans les cuves suivantes, ce qui se reconnaît
uleur bien uniforme que prend la peau dans le coudre-

tion est entretenue dans les cuves de coudrement de
manières. Voici le procédé le plus ancien et qui donne
ons résultats. Quatre hommes prennent chacun une
bois et se placent autour de la cuve à égale distance l'un
, puis ils manœuvrent la pelle dans la cuve en poussant
quatre dans le même sens. Au bout d'un quart d'heure,
e de sens et on tourne pendant un quart d'heure. On
i pendant quatre heures, en laissant quelque repos
changement de main et ajoutant un peu de tan.
lemain du coudrement, les peaux sont levées sur barres
égoutter. On ajoute de l'écorce neuve au jus et on rabat.
insi pendant huit à dix jours, après quoi on les met en
uve, c'est-à-dire qu'on retire la vieille écorce usée de la
u'on renouvelle le jus avec du jus neuf plus fort. On
peaux en mettant chaque fois un peu de tan neuf. La
cuve dure, comme la première, huit à dix jours, pen-
uels on lève et on rabat chaque jour.
ne une troisième, quelquefois une quatrième cuve, puis
sont mises en refaisage. Cette opération se fait de cette
dans du jus de tan neuf, dont la cuve est à moitié rem-
joute du tan sec qui reste à la surface, puis on jette les
ndues sur ce tan. Un ouvrier enfonce les peaux

jus en les pressant au moyen d'une perche. Les peaux ainsi submergées entraînent avec elles une partie du tan, et, lorsqu'il n'en reste plus à la surface, on a soin d'en ajouter. Le tan employé pour le refaisage doit être assez fin.

Dans les refaisages, les peaux rencontrent une plus grande quantité de tannin; aussi les petites peaux sont-elles généralement tannées en sortant du refaisage qui dure un mois. Mais elles n'ont pas le corps et la fermeté nécessaires à leur qualité, ce qu'elles acquerront en fosses.

Les peaux de veaux sortant des refaisages sont débarrassées par un rinçage de la tannée qui reste adhérente, puis couchées en fosses. On doit avoir soin de plier les peaux de veaux en deux sur la longueur, afin de ne pas altérer la fleur. Comme ces peaux sont minces et faciles à pénétrer, elles se tannent aussi bien doubles que simples, et la fleur en a plus de finesse et de blancheur.

L'opération du couchage en fosses se fait de la même manière que pour les autres cuirs déjà indiqués. On donne aux peaux de veaux légers une seule fosse; quand on a des peaux de veaux plus lourdes, on passe en deux fosses dans chacune desquelles le contact est prolongé six semaines à deux mois.

Au bout du temps convenable, on lève les peaux pour les mettre sécher, puis on en fait des douzaines, ce genre de produits se vendant de cette manière.

La dessiccation des peaux de veaux demande à être soignée, pour que le produit fabriqué ait tout le coup d'œil dont il est susceptible. Les peaux déjà essorées sont mises en pile les unes sur les autres, afin de perdre tous leurs plis et de rester bien plates et unies; puis on achève de les sécher et on les met ensuite en douzaines.

Tannage des peaux de chevaux.—Comme la culée du cheval est très-épaisse, on peut couper la peau transversalement, de manière à séparer la culée, qui est travaillée en cuir fort, de la partie antérieure de la peau, qui est travaillée pour molleterie.

Le planage des peaux ne dure guère que trois jours en été, dans trois plains, puis on laisse tremper les peaux sortant de ces plains pendant deux ou trois jours. Cette trempe facilite beaucoup le débourrage et peut être employée avec succès pour toute espèce de peau.

On travaille ensuite les peaux de cheval comme les peaux de veau dans quatre passements successifs, variant de 6° à 20° au pèse-tannin et d'une durée de dix à quinze jours chacun. Pendant

dernière période de quinze jours, on jette dans chaque cuve, chaque fois qu'on rabat les peaux, deux corbeilles de tan de 25 hect. chacune, et on arrive ainsi en augmentant jusqu'à sept corbeilles.

A la sortie de cette quatrième cuve, la peau est tannée, on l'é-[illegible] de chair et de fleur, puis on la corroie avant sa dessiccation complète. Quelquefois, pour éviter de tanner des parties inutiles de la peau, on draye après la deuxième cuve. De cette façon, la peau ne conserve que l'épaisseur nécessaire pour sa bonne fabrication et on ne tanne pas les parties charnues qui tombent au drayage, c'est-à-dire lors de l'amincissement de la peau par le couteau du corroyeur.

Tannage des peaux de moutons et de chèvres. —Les peaux de chèvres se tannent, à peu de chose près, comme celles de veaux; seulement elles demandent plus de façons de rivière, à cause de leur nature sèche et aride. Les peaux de moutons peuvent être délainées également au moyen des plains; cependant, aujourd'hui, on ne les ébourre plus de cette façon.

On obtient le même résultat au moyen d'une bouillie de chaux ou d'un mélange de chaux et d'orpin qu'on étale sur la chair. On plie la peau en quatre et on l'abandonne en cet état; vingt-quatre heures suffisent, en été, pour obtenir le délainage. Ce procédé à l'avantage de ne pas salir la laine par la chaux des plains. On passe les peaux délainées aux plains, afin de les gonfler et on les travaille de rivière, puis dans les passements et les refaisages, enfin en fosses. La peau de mouton tannée a reçu le nom de *basane*.

PROCÉDÉS DIVERS POUR LE TANNAGE DES PEAUX.

Jusqu'ici, nous n'avons indiqué que les procédés suivis dans les tanneries qui n'emploient pas de machines. Aujourd'hui, la tannerie a, comme les autres industries, cherché à remplacer le travail manuel par un travail mécanique dans certaines préparations, telles que le craminage, le foulage, etc. Dans le coudrement, on a aussi produit l'agitation nécessaire au moyen de divers appareils mus par des machines. On a aussi proposé d'autres systèmes, dans lesquels les peaux, restant fixes, étaient soumises à l'action de courants de jus de tan; enfin, dans ces dernières années, on a proposé un système dans lequel les peaux sont soumises à une agitation continuelle.

Nous dirons quelques mots de tous ces systèmes, en examinant

successivement les procédés et les perfectionnements proposé depuis que cette fabrication est devenue libre dans ses moyen d'action et dans son travail.

Les premiers travaux faits dans ce but datent de 1794. Séguin à cette époque, fit usage de l'acide sulfurique mélangé en faibl proportion à des jus de tannée pour obtenir l'ébourrage et le gon flement des cuirs. Il obtenait le tannage dans des cuves de form graduée. Ce procédé, donnant de mauvais résultats, a été abandonné.

En 1812, MM. Gettlife père et fils proposèrent l'emploi de l'eau chaude, puis l'année suivante, MM. Monnier et Roy l'emploi d'un foulon pour passer en chaux, combiné avec des pressages au sortir de chaque cuve. Ces deux procédés ne purent produire des cuirs de qualité convenable et durent être abandonnés.

L'application du vide fut, sous le nom de Moses Poole, l'objet d'un brevet en France en 1826. Les peaux pendues dans une cuve hermétiquement fermée, et aux trois quarts remplie de jus de tan, étaient soumises alternativement à l'action du vide et à la pression atmosphérique.

M. Leprieur, en 1833, se servit aussi d'acide sulfurique qu'il versait dans ses passements, et avec lequel il arrosait aussi la poudre de tan pour accélérer son action tannante et saturer la potasse qu'il contient.

MM. Boudet et Boettger essayèrent d'accélérer le débourrage, en employant : l'un, la soude caustique, ou bien les sulfures alcalins l'autre, le sulfhydrate de chaux, mais on est toujours revenu à l'emploi de la chaux, comme plus facile et moins coûteux.

M. Vauquelin a donné un procédé complet de tannage et de corroyage, duquel il est resté dans la pratique certains appareils importants. Le principal objet de ce procédé est l'emploi de trois appareils servant : l'un, au débourrage des peaux tout en les rendant plus souples ; le second, à l'écharnage, et le troisième, à la mise en huile.

Le débourrage se fait dans une cuve à cames, où les peaux, ramollies par l'action de pilons en bois, sont soumises à la vapeur d'eau. La température dans la cuve, étant maintenue entre 40 et 45° centigrades, au sortir de cette cuve, les peaux sont mises tremper dans un courant d'eau tiède, soit pure, soit mélangé chaux. Au bout de 24 heures, on obtient facilement le débou L'écharnage se fait ensuite au moyen d'un couteau trans mù par une force motrice, puis on supplée au travail de r

par un foulage à l'eau tiède; puis cette eau est remplacée par une infusion de tan faible. On jette ensuite les peaux dans les passements, et on les soumet, tous les deux jours, au foulon. On n'obtient, par ce procédé, qu'un cuir mou et n'ayant pas assez de consistance ni de durée.

A peu près à la même époque, M. Ogereau indiqua un procédé qu'il avait essayé en grand. Il consistait dans l'emploi d'une filtration continue, afin de renouveler les contacts du liquide avec la peau.

Lorsque les cuirs sont couchés en fosse avec du tan, la quantité de tannin libre va sans cesse en diminuant. MM. Bérenger et Sterlingue eurent l'idée d'enlever le jus des fosses et de le remplacer par du jus plus fort, de manière à augmenter la proportion de tannin non combiné et à arriver ainsi à tanner des cuirs forts en quatre ou six mois. Ce procédé a été breveté en 1842.

Le procédé à la danoise ou au cippage consiste à former des sacs avec deux peaux cousues ensemble, et à remplir le sac ainsi formé de jus de tan; le tannage a lieu par la filtration au travers de la peau. Cette méthode a été employée en Angleterre où elle a donné naissance à divers procédés. M. Gibbon Spilsbury cloue les peaux sur des châssis. M. Rotch, de Londres, forme des sacs qu'il suspend remplis de jus de tan dans une pièce chauffée à 66° centigrades. M. Valery Hannoye emploie la pression pour augmenter la filtration. M. Cox soutient les sacs formés de peaux par d'autres sacs en canevas, afin d'éviter leur déformation; mais tous ces procédés se ressemblent en principe et sont loin de donner des résultats satisfaisants.

M. Nossiter a cherché à soustraire les peaux placées au fond de la fosse, à la pression qu'exercent sur elles celles qui leur sont superposées. Il s'est servi pour cela de châssis en bois, mais il ne semble pas qu'il y ait de l'avantage dans leur emploi.

M. Squire a cherché à remplacer le travail des cuves par un tonneau à claire-voie, mobile autour de son axe et divisé en compartiments. Ce tonneau étant immergé jusqu'à l'axe, les peaux placées dans les compartiments plongés sont soumises à l'action du jus, puis, par un mouvement de rotation, elles sortent du liquide et sont remplacées par les peaux qui étaient à l'air.

Nous ne parlerons que pour mémoire du procédé de M. Snyder, qui perforait les peaux au moyen d'un instrument garni de pointes fines.

Nous avons déjà vu qu'on avait essayé d'autres agents que la

chaux pour le débourrage. M. Turnbull a proposé, à cet effet, l'emploi du sucre, puis du sel en dissolution. Quelques tanneurs emploient encore aujourd'hui de la mélasse, soit pour le débourrage, soit pour se débarrasser de la chaux après le débourrage aux plains.

On a également proposé de tanner les peaux au moyen de la suie et du goudron concurremment avec l'écorce de chêne. M. Darcet avait indiqué la réaction des sels de sesquioxyde de fer sur la gélatine, mais tous ces essais n'ont pu amener un procédé pratique.

Enfin, les peuplades sauvages préparent leurs peaux au moyen de la cervelle, du lait, et de l'urine des animaux eux-mêmes.

L'idée du tonneau tournant de M. Squire a été reprise par M. Knoderer, de Strasbourg, qui l'a modifiée et en a fait l'objet d'un procédé breveté en 1856. Son tonneau est complétement fermé et on y jette les cuirs et le tan, puis on fait tourner; on arrive à tanner assez promptement. Divers perfectionnements sont venus compléter le brevet primitif.

MM. Sibille et Duvernois ont aussi pris un brevet la même année pour une fosse qu'ils qualifient de *fosse de potier avec flottage à pression libre et à lessivage*. Ces fosses sont garnies de faux fonds retenus avec des cordes; on peut à volonté enlever le jus de la fosse et le renouveler. On augmente la quantité de matière tannante en lessivant avec le jus même de la fosse un mélange de sumac et d'alun, puis on détache les cordes, et le faux fond venant se poser sur le fond de la fosse, celle-ci devient une fosse ordinaire.

Quoi qu'il en soit de tous ces procédés, nous devons dire, en nous appuyant sur la décision du jury de l'exposition de 1855, et nous pourrions en dire autant pour celle de 1862, aucun d'eux n'a donné de résultats entièrement satisfaisants.

RECHERCHES SUR LA THÉORIE DU TANNAGE.

Que se passe-t-il dans l'opération du tannage ? Telle est la question qu'on doit résoudre si l'on veut donner de la sécurité aux recherches d'amélioration à introduire dans les procédés de fabrication.

Deux chimistes se sont occupés de cette question.

M. Payen a présenté à l'Académie des sciences, en novembre 1856, un mémoire duquel nous extrairons les conclusions :

« 1° Le derme de bœuf contient des parties résistantes forte-

« ment agrégées et des parties douées d'une agrégation plus
« faible et de propriétés spéciales.

« 2° Le tannin, pendant son action sur la peau, se combine
« avec les parties moins agrégées du derme et avec les parties
« les plus résistantes ; en tout cas, la saturation arrive bien long-
« temps avant le terme assigné à un bon tannage ; elle exige,
« pour chacune de ces deux parties, des quantités de tannin con-
« sidérablement moindres que la gélatine.

« 3° Les parties les moins agrégées du derme forment, avec le
« tannin, un composé dissoluble dans l'ammoniaque, altéré par
« cette dissolution, et qui éprouve une déperdition considérable
« d'azote pendant son évaporation à siccité.

« 4° Les effets d'un tannage longtemps prolongé déterminent la
« dissolution graduelle des parties faiblement agrégées unies
« au tannin, et, par suite, l'augmentation relative des quantités
« de matière fibreuse résistante. Le produit, dans ce cas, doit
« donc être à la fois plus souple et plus tenace.

« 5° La portion soluble friable, qui reste interposée dans les
« cuirs tannés, est instable. Dans sa dissolution, elle peut en-
« traîner des portions notables de la substance azotée. C'est ainsi,
« sans doute, que la portion peu agrégée du derme est graduel-
« lement enlevée pendant les longues opérations du tannage. »

M. Knapp a présenté à la société d'Encouragement un mémoire relatant les expériences faites dans le but de donner la théorie du tannage ; il cherche à démontrer que le tannage n'est pas une opération chimique, que le cuir, en un mot, n'est pas du tannate de gélatine.

Les matières animales contenant de la gélatine, traitées par le tannin, ne donnent jamais un produit comparable, de près ou de loin, au cuir. D'autres substances, produisant du cuir par leur action sur la peau, ne ressemblent en rien au tannin. Bien plus, on peut, par un lavage à l'eau, enlever ces matières tannantes, et le cuir tanné au tannin pur peut lui-même être ramené à l'état de peau par des lavages dans une cuve légèrement alcaline ; tandis que, tanné avec l'écorce de chêne, le cuir peut bien perdre du tannin, mais n'est jamais ramené à l'état de peau ; il ne cesse pas d'être cuir, il conserve une substance tannante spéciale au tan, que le carbonate de soude ne peut lui enlever.

M. Knapp a varié les expériences avec des poids déterminés de peau et des matières tannantes diverses, et il en est arrivé à ce résultat que le tannage n'est pas dû à une action chimique.

Si maintenant on examine au microscope la constitution de la peau, on la voit formée de fibres entre-croisées dans tous les sens. Ces fibres, bien apparentes lorsque la peau a été travaillée dans l'eau, se collent entre elles par la dessiccation, et la peau prend alors une apparence cornée. Le tannage, au contraire, met en évidence cette constitution fibreuse. Aussi M. Knapp a-t-il cherché à mettre à profit cette propriété pour la démonstration de sa théorie. Considérant que les fibres ne se collent que lorsqu'elles ont été pénétrées par l'eau, il essaya de mettre la peau détrempée en contact avec de l'alcool qui, chassant l'eau par endosmose, put, après son évaporation, laisser un cuir formé sans matière tannante. Les fibres, dans ce cas, ne se collent plus entre elles, et le cuir a l'apparence d'un cuir mégissé.

Il résulte donc de l'important travail de M. Knapp que le tannage n'est pas une action chimique; qu'un cuir tanné est une peau dont les fibres se trouvent enveloppées d'une matière tannante qui empêche le collage des fibres en les maintenant à distance et en permettant ainsi leur glissement l'une sur l'autre, cause de la souplesse des cuirs. Le rôle de la matière tannante est donc de maintenir cet isolement des fibres, en enveloppant chaque filament comme une gaine au lieu de s'y unir chimiquement.

Tel est aujourd'hui l'état de la question relative au tannage. On peut donc, maintenant, dans les recherches pour l'amélioration de la fabrication, s'appuyer sur des bases plus certaines que par le passé et ne plus tenter au hasard des essais qu'il fallait abandonner ensuite.

MÉGISSERIE.

Le travail de la mégisserie consiste dans la préparation des peaux de mouton, de chevreau et de veau, au moyen d'un mélange d'alun et de sel.

Dans la description des opérations, nous supposons les peaux fraîches ou amenées à l'état frais. Nous avons décrit, dans le travail de la tannerie, les procédés employés pour arriver à ce résultat.

La première opération consiste à débarrasser la peau de la laine ou du poil qui la recouvre. En mégisserie, on obtient ce résultat très-promptement au moyen d'un mélange de sulfure d'arsenic (orpin) et de chaux, ainsi que nous l'avons indiqué précédemment.

[redacted]

On obtient aussi le gonflement nécessaire, en faisant séjourner es peaux dans des *plains à la chaux*, après quoi on achève d'enever le peu de laine ou de poil qui aurait échappé au premier ébourrage. On rince les peaux et on les travaille de rivière, 'une manière analogue à celle employée pour les peaux de eau, puis on les met en *confit*, c'est-à-dire dans une cuve conenant de l'eau et du son.

On laisse la fermentation s'établir et on l'entretient en courant la cuve hermétiquement; on se débarrasse des gaz inflamables produits par la fermentation en y mettant le feu. La durée u confit varie suivant la saison : en hiver, il peut durer trois emaines; mais en été, il *lève* souvent au bout de vingt-quatre ieures. Quand ce résultat est obtenu, on démêle les peaux pour es remettre ensuite dans le même confit, en les y laissant jusu'à ce qu'il *ait levé* une seconde, puis une troisième fois.

La direction des confits demande beaucoup de soins et d'habiude de la part des ouvriers chargés de ce travail. On comprend, n effet, que la moindre négligence peut, au milieu de cette masse n fermentation continue, amener une détérioration sensible es peaux et leur faire perdre toute leur valeur, à cause des rous et des perforations qui se produisent dans toute leur étenue; on doit donc, aussitôt que la fermentation est arrivée au *oint convenable* (la pratique seule jusqu'ici en est juge), se hâter e soustraire les peaux à cette influence. Pour cela, on *recoule* es peaux en les plaçant sur un chevalet et en enlevant avec un outeau le son qui reste adhérent; puis on arrive à l'opération u *passage* et à la *mise en pâte*.

Aujourd'hui, on passe les peaux et on les met en pâte en une eule opération; pour cela, on délaye de la farine et des jaunes 'œufs dans une dissolution d'alun et de sel marin (7 kil. d'alun t 1 kil. 1/2 à 2 kil. de sel marin) à consistance de bouillie claire; n trempe les peaux l'une après l'autre dans cette bouillie, puis n en réunit dix ou douze qu'on foule avec les mains.

Quand toutes les peaux ont été passées, on les étend dans une uve en versant sur le tout le reste de la pâte claire. On peut ainsi es laisser séjourner tout le temps qu'on veut, elles ne courent lus aucun risque et sont terminées. Après cette phase de préaration qu'on peut appeler chimique, il ne reste plus à leur faire ubir que des opérations mécaniques pour les amener à l'état ommercial.

Pour cela, on les plie en deux, la fleur en dedans pour les ga-

rantir des influences atmosphériques, et on les fait sécher le plus promptement possible ; aussi, choisit-on un beau temps pour cette dessiccation. On procède ensuite à l'*ouverture* des peaux, qui se fait au moyen du *palisson*, qui est une lame d'acier solidement emmanchée dans un pied vertical placé à l'extrémité d'une planche horizontale, destinée à maintenir, au moyen d'un contre-poids, la position verticale de la lame.

On presse les peaux, la fleur au-dessus, sur la lame de ce couteau en les tirant très-fortement, et on obtient ainsi une plus grande largeur, les fibres s'écartent et, par suite, donnent une plus grande souplesse à la peau en faisant ressortir sa blancheur; on laisse ensuite sécher complétement ces peaux, puis on les redresse sur le palisson et on les étend de manière à les rendre bien plates et à leur donner toute leur valeur commerciale.

Outre les peaux dépilées, on prépare aussi en mégisserie les peaux auxquelles on veut conserver le poil, en supprimant, bien entendu, toutes les opérations qui ont pour but le dépilage; ces peaux sont celles de moutons en laine pour housses, celles de veaux mort-nés pour pantoufles et jouets d'enfants, enfin les fourrures qui constituent une branche de commerce si importante.

CHAMOISAGE.

Le chamoiseur travaille des peaux de chamois, c'est l'exception, mais surtout des peaux de mouton, de chèvre et de bouc. Il les reçoit ébourrées de chez les mégissiers qui font le commerce de la laine ou, s'il travaille les peaux en laine, il commence naturellement par les ébourrer par les moyens indiqués au chapitre précédent. On passe les peaux dans des plains pour achever leur gonflement à la manière ordinaire, puis on les soumet à l'*effleurage*, opération qui consiste à arracher la fleur au moyen d'un couteau peu tranchant, en observant de ne pas toucher aux parties minces de la peau, flancs, collet, etc. On travaille ensuite les peaux de rivière, c'est-à-dire qu'on les écharne et qu'on leur donne les diverses façons de fleur et de chair, comme pour tout travail de rivière.

On passe ensuite les peaux dans un confit de son, comme pour les peaux mégissées; mais cette opération n'est pas pratiquée par tous les chamoiseurs. Elle doit cependant augmenter la souplesse, qualité essentielle des peaux chamoisées.

sortir du confit, les peaux sont tordues de manière à faire

sortir la plus grande quantité d'eau et à laisser seulement un peu d'humidité, puis on leur *donne l'huile*. Quelques chamoiseurs les passent au foulon auparavant. Quoi qu'il en soit, que les peaux aient été foulées ou non, on leur donne l'huile en trempant la main dans le liquide et la secouant sur la peau, placée sur une table appropriée à cet usage. On les étend ainsi les unes sur les autres, en donnant l'huile sur la chair qui se pénètre mieux que la fleur; on se sert, pour cette industrie, d'huile de morue ou de baleine.

On met ensuite les peaux en pelotes de quatre et on les porte en foulon. Le foulage est l'opération la plus délicate de la chamoiserie, celle qui demande le plus de soins de la part du fabricant; la pratique seule peut guider sur le temps nécessaire à la pénétration de l'huile dans les peaux, ce temps variant suivant la température, la nature des peaux et des huiles employées.

Après le foulage, on retire les peaux et on leur donne un *vent*, c'est-à-dire qu'on les étend à l'air pour les laisser sécher en partie, puis on les remet sous les pilons pendant une heure ou deux et on les étend à l'air de nouveau. On répète cette alternative de foulage et de séchage jusqu'à ce que l'huile ait suffisamment pénétré la peau, on ne peut rien dire de précis à cet égard. Un foulonier expérimenté peut seul juger de l'état d'avancement du travail et de la quantité d'huile nécessaire.

Pendant le foulage, l'huile ne fait que pénétrer dans l'épaisseur de la peau et s'interposer entre ses fibres, mais ne fait pas corps avec elle; il est nécessaire, pour arriver à ce résultat, de mettre les peaux en fermentation dans une étuve chauffée ou bien, plus simplement, en piles qu'on recouvre de toiles ou de couvertures: Après une fermentation bien conduite, l'huile est tellement incorporée à la peau, qu'une grande partie ne peut plus en être extraite par le dégraissage.

C'est après cette fermentation que la peau ayant acquis l'épaisseur voulue, on procède au *remaillage*, opération qui a pour but d'enlever les parties de fleur. On fait le remaillage d'une manière analogue à l'effleurage et il serait inutile de le décrire.

Le dégraissage des peaux, opération qui suit immédiatement, a pour but d'enlever l'excédant de l'huile employée et en même temps d'entraîner avec elle la graisse particulière contenue dans la peau. C'est ce résidu, huile et matière grasse, qui se
appelle *dégras*, matière aujourd'hui indispensable
de la corroierie.

On retire la première huile ou *moellon*, en tordant les peaux qui ont trempé dans l'eau à 45°; c'est ce moellon qui constitue le dégras de première qualité, employé surtout par les fabricants de cuirs vernis.

Le dégraissage s'achève au moyen de lessives alcalines, soit de potasse, soit de soude, à une douce température; on tord les peaux ainsi trempées trois ou quatre fois et on recueille les matières grasses écoulées, puis on porte au séchoir. Quand elles sont suffisamment essorées, on les ouvre sur le palisson et on achève leur dessiccation, puis on les dresse dans toutes leurs parties; la fabrication est alors terminée.

On prépare d'une manière analogue les peaux de buffle et de bœufs pour buffleterie, avec quelques modifications dues seulement à la nature plus forte et plus dure de ces sortes de peaux. Il est donc inutile de les décrire à nouveau.

MAROQUIN.

On désigne sous le nom de *maroquin* des peaux de chèvre teintes de couleurs diverses et grainées.

Les peaux de mouton sont aussi employées dans cette fabrication et connues alors sous le nom de *moutons maroquinés*. La manière de les travailler est la même que pour les peaux de chèvre.

Pour fabriquer le maroquin autre que le rouge, on prend des peaux tannées à l'avance, tandis que le maroquin rouge est teint avant d'être tanné. Voici comment on opère :

On prend les peaux sortant du travail de rivière et on coud par les bords deux peaux de même dimension en laissant la fleur en dehors, puis on passe les sacs ainsi formés dans un bain de chlorure d'étain qui sert de mordant, puis dans un bain de cochenille, à une douce température. La couleur est fixée, il faut alors rincer ces peaux et les tanner. Pour cela, on découd le sac sur une certaine longueur suffisante pour y introduire le sumac nécessaire, et on plonge les sacs dans une cuve contenant du sumac en suspension dans l'eau. On agite pendant quelques heures, puis on donne une seconde cuve plus chargée de sumac; on agite de nouveau et on laisse ensuite reposer. Les maroquins sont ainsi tannés dans un temps qui n'excède pas 48 heures.

Les maroquins destinés à être teints d'une autre couleur sont tous pris tannés. On les ramollit d'abord dans l'eau et par un

[redacted]

puis dans un confit de son, de manière à bien les purger
la chaux qu'ils pourraient contenir et qui nuirait à la
On foule de nouveau les peaux, puis on les étire et on
n deux suivant la longueur, la fleur en dehors. Elles sont
ées à l'alun, ce qui les prépare à recevoir la teinture.
se donne dans trois auges consécutives. L'ouvrier prend
ux par le dos, en mettant un doigt entre chacune d'elles,
re qu'elles ne se touchent pas, puis il les plonge dans la
en commençant par la raie du dos, il plonge ainsi deux
la première auge, puis il passe à la seconde où il fait de
uis à la troisième. Il est remplacé à chaque auge par un
qui teint également deux autres peaux. Il n'y a pas à
que la couleur pénètre dans la chair, car les peaux sont
tement collées ensemble.

ot que les peaux sont sorties de la dernière auge de tein-
es rince dans l'eau froide et on les met au vent pour faire
plus grande partie de l'eau, puis on leur donne une couche
e lin sur la partie teinte; on porte ensuite au séchoir.
ertaines couleurs délicates ou pour le bleu d'indigo qui
à la cuve, on comprime les maroquins, soit à la presse
que, soit entre un cylindre et une plaque mobile garnie
. Le séchage est alors plus promptement obtenu et on
à craindre l'altération de la couleur. C'est, en effet, un
a fabrication qui demande beaucoup de soins. MM. Fauler
t les premiers établi une étuve donnant de bons résultats,
nt dans l'étuve une grande quantité d'air chaud et en
l'air humide au moyen d'un puissant ventilateur. On
i sécher en tout temps.

leur une fois bien fixée sur le maroquin par le séchage,
de au drayage, comme nous l'avons décrit pour les
prications. On les dresse ensuite en les étendant, à l'aide
re sur une table. On les sèche de nouveau, puis on pro-
ustrage, au moyen d'un outil spécial formé d'un cylindre
sous lequel on fait passer toute la peau partie par partie,
re étant animé d'un mouvement de va-et-vient.

on veut un maroquin lisse, il est alors terminé, mais
ment les maroquins sont grainés suivant différentes
grain. Pour cela, on les roule, la fleur en l'air, sous des
s garnies de peau de chien marin, qui, fai-
y détermine la formation du grain, ou bien
sur la fleur, au moyen de roulettes cann

ce grain est moins beau que celui qu'on obtient par le
procédé.

Les couleurs diverses sont obtenues : le bleu, comme
l'avons dit, par la cuve d'indigo ; le rouge, par la cochenille
le kermès ; le jaune, par la graine d'Avignon, par le bois d'
vinette ; les verts, violets et autres couleurs composées,
mélanges de ces couleurs entre elles ; le noir se donne
pour les cuirs corroyés, au moyen de l'acétate de fer.

On se sert aussi : pour les rouges dits *au bois*, de bois de
pour les noirs, marrons, etc., de bois de Campêche.

CORROIERIE.

Les cuirs sortant des mains du tanneur entrent chez le
royeur, qui leur fait subir diverses préparations, suivant la
et l'espèce de ces cuirs, pour les mettre en état de servir
besoins de l'industrie.

C'est ainsi que le corroyeur livre au commerce des cuirs
lissés et noirs pour harnais et sellerie, des vaches pour la
serie, des veaux cirés pour la chaussure, enfin des cuirs
pour la sellerie et la chaussure.

Cuirs étirés.—Les cuirs étirés sont des cuirs de bœufs ou
vaches fortes qu'on travaille seulement à l'eau. Après les
mis en trempe, on les *butte* avec l'étire, c'est-à-dire qu'on
les chairs encore adhérentes au cuir, puis on les *corrompt*, on
rebrousse à la *marguerite* de queue en tête et de travers,
on les met au vent. *Corrompre* une peau, c'est la travailler à
marguerite, la fleur en l'air ; *rebrousser* est l'opération inverse.
La marguerite est un instrument en bois de poirier, cannelé
dessous, suivant un arc de cercle, et muni d'une poignée à la
tie supérieure.

La mise au vent consiste à étendre le cuir humide sur
table au moyen d'une étire ou lame d'acier, de là le nom de
étirés donné à cette sorte de marchandise. On *retient* ensuite
cuirs, lorsqu'ils sont à moitié secs, c'est-à-dire qu'on répète à
près la même opération que la mise au vent, puis on achève
dessiccation et le cuir est terminé.

Cuirs noirs lissés. — Le travail des cuirs noirs lissés est un
plus compliqué. On commence toujours par travailler les cuirs
la marguerite, puis on les fait sécher complètement dans
étuve où doit avoir lieu la mise en suif. A cet effet, l'ouvrier

[redacted]

uirs séchés sur une table et avec un *gipon*, fait de pennes de
, il étend le suif fondu sur le cuir, en commençant du côté
chair. Je dois dire que, pour la plus grande facilité de tra-
on a coupé les cuirs en deux bandes; on met donc chaque
ɜ en suif l'une après l'autre, puis on fait tremper les cuirs
l'eau, après quoi on les foule aux pieds avec des *escarpins*
ıaussures formées de plusieurs doubles de gros cuirs.
remplace ce travail fatigant soit par un foulage à la bigorne,
ar des moyens mécaniques.
crépit ensuite le cuir à la marguerite, on le rebrousse et on
ıne au drageur qui, à l'aide d'un couteau particulier, enlève
ıairs et, en certaines parties, un peu de la peau, pour éga-
la force et l'épaisseur dans toute l'étendue du cuir. On met
te au vent en décrassant convenablement la fleur, puis sans
le cuir de la table, on donne le premier noir avec une
e trempée dans une dissolution d'acétate de fer, obtenue en
ınt de la ferraille macérer dans la bière aigrie. On sèche, on
ıt en passant l'étire sur la fleur, puis on donne un second
de la même façon que le premier. On sèche et on retient de
eau; on met en presse pendant huit à quinze jours pour
ndre plats. Le cuir n'a plus alors besoin que d'être lustré au
ɜn, soit de bière aigre et de sucre, soit de jus d'épine-vinette.
fabrique aussi des cuirs connus sous des dénominations dif-
tes, telles que *cuirs en plein suif*, *cuirs demi-façon*, *cuirs
propre*, suivant la quantité de suif et le plus ou moins de
ɜ apportés à la fabrication.
s cuirs de vaches destinés à la sellerie se travaillent d'une
ı analogue, mais comme il faut amener ces peaux à une
sseur assez faible, on perdrait par le drayage une grande
ion de cuir à laquelle on conserve toute sa valeur en enle-
cette épaisseur d'une seule fois au moyen d'une scie ou d'un
eau de la largeur du cuir. On obtient ainsi une épaisseur de
qu'on nomme *croûte* et qui est ensuite travaillée, soit en cuir
, soit en cuir verni, pour la sellerie ou la fabrication des *galo-*

ɜs peaux de vaches sciées sont néanmoins soumises au drayeur
achève de les égaliser, puis elles sont mises en suif. On les
it, on les rebrousse, on les met au vent, puis on leur do
s, comme pour le cuir lissé.
rès la mise au vent et le retenage, on *nourrit* les c
élange de suif et de dégras. Cette nourriture se d

fleur et sur chair. L'eau contenue dans la peau, en s'évaporant à l'air, permet à la matière grasse de la remplacer dans l'intérieur du cuir. On dit alors que les peaux de vaches sont mises en huile.

Les vaches teintes en noir et nourries de dégras ne sont pas livrées au commerce sans être grainées sur la fleur. On fait sortir ce grain en roulant les cuirs pliés en deux la fleur en dessus, sous la marguerite à dents fines ou paumelle, puis on lustre avec le jus d'épine-vinette ou une dissolution de sucre dans la bière aigre.

Les cuirs de vache, ainsi fabriqués, servent au sellier pour faire les capotes et les tabliers de voiture.

On travaille aussi, mais à l'eau seulement, des vaches destinées à être collées par le corroyeur lui-même, au moyen de son étire, sur les coupés et autres voitures analogues.

Les peaux de mouton et de veau se travaillent aussi d'une façon analogue aux vaches à capotes pour les remplacer dans certains de leurs usages, mais la plus grande consommation des peaux de veau est pour la fabrication des veaux cirés et celle des veaux vernis pour chaussures.

Le *veau ciré* est, comme les cuirs de vaches, d'abord crépi, drayé, mis au vent, retenu et mis en huile, puis on le laisse sécher. On le soumet alors à l'opération du blanchissage, c'est-à-dire qu'avec une étire coupante on enlève, du côté de la chair, tout à la fois, la nourriture qui était restée à la surface et une très-faible épaisseur de cuir, de manière à le bien égaliser et à obtenir une surface bien rase.

On tire ensuite au liége pour faire monter le grain sur la fleur. Il n'y a plus alors qu'à cirer le cuir. Cette opération se fait sur chair. Au moyen d'une brosse ronde et dure, on étend le cirage gras sur toute la surface avec le plus grand soin. On se sert, pour composer ce cirage, d'huile de poisson, de suif et de noir de fumée. On donne alors la première colle, c'est une légère couche de colle de peau, qu'on égalise bien au moyen d'une lisse en verre.

On donne ensuite une seconde colle de la même manière. Le veau ciré est alors terminé, il n'y a plus qu'à le sécher complétement, ce qui a lieu à l'air en évitant l'action directe du soleil.

On prépare de cette manière les tiges de bottes ; seulement elles ont à subir une opération mécanique avant le blanchissage, pour leur donner la forme voulue. Cette opération est le cambrage.

Cuirs vernis.—Le cuir verni se travaille de la même manière quant aux opérations premières. Lorsqu'il a été mis en huile et blanchi à l'étire, il est tiré au liége, c'est-à-dire roulé sous l'action

une paumelle garnie de liége, afin de faire monter le grain et l'assouplir. Il passe ensuite à *l'apprêtage*. Pour cette façon, on sert d'huile de lin rendue siccative par les oxydes de plomb et terre d'ombre, dans laquelle on mélange du noir de fumée. est ce mélange qui constitue *l'apprêt*. Il s'étend sur la chair du ir. Son but est de boucher les pores de la peau, en faisant le id pour le vernis. On donne plusieurs couches de cet apprêt l'on a soin de poncer à la pierre ponce, après chaque couche; is on donne la couleur qui n'est autre chose que ce même prêt délayé dans l'essence de térébenthine, de manière à pouir s'étendre au pinceau.

Les diverses couches d'apprêt et de couleur sont séchées dans s étuves avant d'être poncées. Quand la dernière couche de ir est poncée et polie, il n'y a plus qu'à bien nettoyer la peau toutes les impuretés qui peuvent se trouver à sa surface pour recouvrir alors de la couche de vernis.

Ce vernis, que chaque fabricant produit par son procédé partilier gardé secret, est formé comme partie essentielle d'huile de . rendue siccative et colorée en même temps, soit par du bleu Prusse, du bitume de Judée ou d'autres corps analogues. La sson du vernis demande beaucoup d'expérience et d'habileté, ais là encore, c'est à la pratique qu'il faut s'en rapporter pour nnaître le degré de cuisson convenable.

Les veaux vernis sont séchés à l'étuve, puis au soleil, qui achève leur enlever le collant que les peaux séchées seulement à tuve conservent toujours. Cependant un de nos fabricants de ris, par un procédé particulier qui est son invention, est arrivé se passer du soleil, sans nuire en rien à la dessiccation des oduits.

On vernit aussi des cuirs du côté de la fleur, quand, au lieu d'un rnis lisse, on veut avoir un cuir vernis grainé. C'est le cas des aux et vaches grainés pour sellerie et chaussures.

EMPLOI DES RÉSIDUS DE LA FABRICATION DES CUIRS.

Les résidus de la tannerie sont les parties coupées aux peaux alches lors du travail de rivière. C'est là une source importante gélatine pour les fabriques de ce produit. Les poils ou bourres subissent d'autre opération qu'un lavage pour servir ensuite x bourreliers et pour quelques étoffes grossières à l'exception

cependant du poil de chèvre qui est assez recherché, surtout poil blanc, pour des étoffes moins communes.

La tannée ou tan usé sert au chauffage des classes pauvres, la façonnant en mottes ou même en la faisant simplement séch

Les parties enlevées par le couteau du drayeur se présent sous la forme de feuilles d'une certaine étendue. Jusqu'à dernières années, on ne les utilisait pas d'une manière con nable. Aujourd'hui, on colle des feuilles ensemble, puis on sou à la presse hydraulique l'espèce de carton ainsi obtenu, ce donne le *cuir factice* employé dans la fabrication des chauss à bon marché.

Les cornes, sabots, crins, etc., ont des destinations bien c nues, il est donc inutile de nous y arrêter.

A. Perrault.

[redacted]

TEINTURE

ET IMPRESSION SUR TISSUS

CHAPITRE I. — TEINTURE.

I.—NOTIONS GÉNÉRALES.

n connaît sous le nom de teinture l'art de communiquer aux ›rses matières textiles des colorations variées. M. Chevreul dé-t la teinture l'art *d'imprégner, aussi profondément que possible, gneux, la soie, la laine et la peau de matières colorantes qui y res- fixées mécaniquement, ou par affinité chimique, ou enfin à la fois, aniquement et par affinité chimique.* Cette définition très-géné- : comprend en effet tous les cas qui peuvent se présenter.

a coloration des fibres textiles par certaines matières colo-tes déterminées n'est pas toujours le résultat d'une simple ›erposition mécanique ; dans beaucoup de circonstances, la co-ation résulte de l'affinité chimique et réciproque de l'étoffe le la matière colorante. Cette dernière distinction sépare nette-nt la *teinture* de la *peinture.*

›our que les couleurs puissent s'unir aux tissus, et contracter e adhérence sans laquelle il n'y a pas de teinture, il faut qu'elles ent présentées dans un grand état de division, tel par exemple ui qui résulte de la dissolution du principe utile dans un li-ide approprié. La porphyrisation de la matière colorante et mise en suspension dans l'eau ou dans tout autre liquide ne ırait convenir pour autre chose que pour une coloration artifi-ılle obtenue par simple pénétration de la couleur dans les réoles des fibres textiles; ce n'est là qu'un cas exceptionnel.

Pour obtenir des teintes belles, solides, uniformes sur les fils sur les tissus de coton de lin, de laine et de soie, il faut que ces atières aient été entièrement, convenablement au moins, dé-uillées des substances étrangères, colorées, grasses, gommeuses résinoïdes qui s'y trouvent naturellement associées ou que le ıge et le tissage y ont introduites, et qui feraient obstacle à la ation des couleurs dont on voudrait les teindre.

Les matières textiles soit à l'état de flocons, soit à l'état d
soit à l'état de tissus, sont donc préalablement soumises aux
rations du blanchiment. Nous supposerons connues du le
les pratiques au moyen desquelles on obtient les fibres dest
à la teinture dans l'état convenable à la réussite des mani
tions par lesquelles elles doivent successivement passer
d'arriver à l'atelier du teinturier.

Réduite au cadre même que nous venons d'esquisser, l'étu
la teinture est loin d'être simple. Elle comporte encore la co
sance approfondie des matières colorantes, ou non comp
minérales ou végétales, qui doivent être mises en contact a
fibres textiles pendant la coloration proprement dite, ou dire
indirecte par l'intermédiaire des mordants, ou pendant l'im
sion, ou de couleurs, ou de réserves, ou d'enlevages, si l
obligé, pour produire un effet déterminé, d'avoir recou
procédés de teinture sur des tissus imprimés.

Nous avons dit plus haut qu'on peut teindre par imprég
mécanique, par imprégnation chimique, et tout à la fois p
prégnation chimique et mécanique; c'est l'ensemble de ce
modes de teinture qui constitue l'art et la science du tein

Imprégnation mécanique. — Depuis près de trente ans, on
les fils dans l'atelier de teinture des Gobelins au moyen
tières colorées qui n'y sont fixées que mécaniquement pa
rence et interposition. Ce procédé ne donne que des couleu
claires, mais si l'on emploie des matériaux résistant aux
atmosphériques, comme le charbon, l'outremer, l'oxyde
l'oxyde de chrome, l'ocre, le phosphate de cobalt, on obt
couleurs inaltérables, tandis qu'au contraire, la product
mêmes nuances par l'affinité chimique ne conduit qu'à c
leurs éphémères. Des soies et des laines, colorées en gr
par un mélange d'outremer et de charbon, employées e
series pour meubles, se sont parfaitement conservées ap
ans d'usage, lorsque quinze jours de soleil auraient suffi p
colorer les mêmes nuances obtenues par les procédés ord

Imprégnation chimique. — Les étoffes de coton plongé
que les tissus de soie quelques heures dans une dissoluti
sel de peroxyde de fer se colorent par affinité chimique;
lèvent du peroxyde de fer à l'acide; tel est l'exemple
simple de la fixation d'une couleur par affinité chimiq
cette couleur soit d'origine végétale, minérale, animale,
ration s'effectue en vertu du même principe.

[redacted]

prégnation chimique et imprégnation mécaniques simultanées.— tre part, des étoffes, avant d'être lavées à grande eau à leur e d'un bain ferrugineux, passées dans un bain alcalin, en sor- bien plus foncées qu'elles ne l'eussent été sans l'intervention alcali. Dans ce cas, outre l'oxyde de fer fixé par l'affinité chi- ıe, il y a la portion de cet oxyde qui se trouve adhérent par interposition mécanique. C'est le peroxyde provenant de la mposition par l'alcali du sel ferrugineux en excès qui péné- les fibres textiles quand on les a retirées du bain. Une petite ıtité de l'alcali qui se combine à l'oxyde de fer contribue en- à foncer la couleur de l'étoffe. Ces trois cas comprennent les phénomènes de teinture. L'ancienne définition de la ure répétée par les anciens ouvrages, où l'on représente le teint comme coloré par une matière colorante fixée par l'in- édiaire *d'un mordant*, est trop restreinte et nous la rejetons M. Chevreul, car elle ne comprend ni le cas où l'on teint par égnation d'une matière qui n'adhère que mécaniquement, cas où l'on teint par affinité, par l'immersion du tissu dans dissolution ferrugineuse, dans du sulfate d'indigo, dans une d'inde, dans une dissolution de brou de noix, ni le cas ı où, après avoir combiné du peroxyde de fer à de la cellulose, de la soie, on la convertit en bleu de Prusse en passant ffe dans un bain de cyanoferrite ou de cyanoferrure de potas- ı acidulé.

ıns proscrire le nom de mordant, on doit admettre qu'il ne faut ployer que comme terme d'atelier, dont on ne peut donner explication satisfaisante, si l'on cherche à le généraliser. Si s d'autres industries le mot de mordant peut être synonyme ıxatif, ici cette expression devient impropre, car elle ne dit assez; les mordants dans les arts n'agissent en aucune façon niquement; leur rôle est basé sur leurs propriétés physiques; teinture, au contraire, il y a réaction chimique certaine, ıbitable, et leurs affinités spéciales font préférer tels de ces dants dans des cas déterminés.

ette considération générale nous conduit à considérer les es teintes comme formées par l'adhérence de la fibre avec omposé défini dans la nature, la proportion, l'arrangement éléments qui le forment, lorsqu'il s'agit d'une teinture dans elle l'affinité rassemble plusieurs corps mis en présence. Ce posé peut être binaire comme le peroxyde de fer, ternaire me la carthamine, quaternaire comme l'indigotine. Il peut

être encore ou un composé quaternaire comme l'indigotine, ou ternaire comme la carmine, la lutéoline, l'hématine, lesdits composés combinés tantôt avec un acide insoluble, tantôt avec un sous-sel, ou même un sel neutre.

Dans tous les cas, on comprend que le poids de l'étoffe est toujours très-fort relativement à celui du composé coloré, et comme la première doit conserver sa ténacité, il faut éviter dans la teinture l'emploi de toute pratique qui tendrait à altérer l'étoffe dans sa résistance, son brillant, sa souplesse.

En admettant les vues que je viens d'exposer, il serait donc préférable de nommer *préparations* les opérations qu'on désigne sous le nom de *mordançage*, et d'appeler du nom d'*aluminage*, *enferrage*, *plombage*, etc., les pratiques qui ont pour but le dépôt sur le tissu des oxydes d'alumine, de fer, de plomb, etc., etc.

Au reste, c'est par l'étude de l'action des alcalis, des sels et des acides sur les tissus qu'on a pu déterminer les réactions qui se passent entre les principes colorants maintenus en dissolution ou précipités au moyen de ces divers agents. La pratique journalière des ateliers a fait voir que, sous ce rapport, les substances connues, qu'elles soient d'origine végétale ou d'origine animale, se conduisent de manières bien différentes dans leurs rapports avec les fibres textiles.

Dans certains cas, il suffit, en effet, pour obtenir une teinture durable, de mettre la matière colorante dissoute en contact avec le fil ou le tissu. Telle est la teinture en indigotine, en carthamine, en curcumine.

Dans d'autres circonstances, les couleurs se fixent seulement au moyen d'agents intermédiaires qui deviennent indispensables pour fixer la couleur ; de cette espèce sont la garance, la cochenille, le bois de Brésil, le campêche.

D'autre part, une matière colorante donnée ne se combine pas de la même manière avec toutes les fibres textiles, et les teinturiers n'ignorent pas que le coton, le lin, la laine et la soie n'offrent pas à la teinture en une nuance déterminée la même facilité : de plus, les couleurs obtenues n'offrent pas la même résistance.

La force qui détermine entre les deux corps, fibre et matière colorante, une adhérence définie n'est donc pas la même pour toutes les fibres. Quelle est la cause de cette adhérence ? Quelle est la cause de cette inaltérabilité pour celles de ces substances colorées qui jouissent d'une grande solidité ? Elle a été pendant longtemps, et à juste titre, l'objet des préoccupations des hommes

[redacted]

ıstres qui depuis plus de soixante-dix ans ont voulu répandre r l'industrie de la teinture les bienfaits de la science.

Je ne prétends pas discuter ici toutes les théories, vu le peu espace dont je puis disposer; je me bornerai donc, en citant les oms de Hellot, Le Pileur d'Apligny, Dufay et Bergmann, Walter 'um, Chevreul, Persoz, Kulhmann à rappeler que ces phénoènes ont été l'objet d'études sérieuses et variées.

Il faut aujourd'hui faire la part de toutes les opinions et dire rec M. Kuhlmann, en conservant la définition que nous avons nnée : si l'on ne peut faire dépendre la fixation des couleurs un principe à application constante, celui par exemple qui reporait uniquement sur la composition de la matière à teindre, si, mme le démontre M. Chevreul, cette aptitude procède souvent ssi des propriétés particulières de la matière colorante elleème, se fixant mieux sur telle ou telle étoffe, on peut établir e la composition du corps à teindre a la plus grande influence : cette fixation, que les teintures sont de véritables combinais chimiques et que les effets dus à la capillarité et à la structe de la matière filamenteuse ne sont que secondaires. Il est illeurs difficile de distinguer ce qui appartient à l'affinité chique proprement dite de ce qui est le résultat de la cohésion; ce dans la teinture du charbon, par exemple, procède des proétés chimiques de ce corps, de ce qui est le résultat de sa poité. Dans la plupart des cas, les deux actions réunies concourent même but et se confondent en quelque sorte. Là est la vérité : s les auteurs qui dans ces derniers temps se sont occupés de ıture sont d'accord sur ce point, et s'ils semblent différer pinion, c'est plus, au fond, à cause des termes par lesquels ils résentent l'action que par le principe de l'action elle-même.

En résumé, nous voyons qu'une substance colorante étant ınée, si par elle-même elle ne possède pas la propriété de ıdre une fibre textile, le but du teinturier doit être de modifier te fibre pour la rendre propre à la teinture. C'est au moyen de parations particulières qu'on obtient ce résultat. On a donné le m de *mordançage* à ces préparations. Elles ont la plus grande luence sur le résultat de l'opération, non-seulement en prenant considération la nuance qu'on veut obtenir d'une matière orante donnée, mais encore en ayant égard à la solidité de la nuance. Nous allons étudier isolément chacun des mordants plus généralement employés.

rance, ne contracteraient pas avec les fibres textiles l'adhérence convenable.

Préparations ferrugineuses. — Le fer présente à l'état de sel plusieurs degrés d'oxydation. L'expérience a fait connaître qu'il n'y a pas d'altération de la matière textile toutes les fois que le fer hydraté déposé sur un tissu passe lentement à l'état de peroxyde de fer et qu'il a conservé son affinité pour les matières colorantes. Le sel le plus fréquemment employé dans les fabriques est le pyrolignite de fer. A cet effet, on chauffe à 40 ou 50 degrés de l'acide pyroligneux ou du bon vinaigre que l'on verse dans un tonneau sur de la ferraille bien nettoyée et qui plonge entièrement dans l'acide ; le tonneau est couvert : au bout de trois ou quatre jours on soutire par la partie inférieure du tonneau 40 ou 50 litres de liquide qu'on verse par la partie supérieure et ainsi de suite pendant 30 ou 40 jours; après ce temps le sel est formé. Si l'on a fait usage de bon vinaigre et que l'opération ait été bien menée, la dissolution qu'on obtient sous le nom de bain noir marque 7 à 8° Baumé; dans le cas contraire, elle marque 5 à 7°. Si l'on a fait usage d'acide pyroligneux, le sel marque 13 à 16°, suivant le degré de concentration de l'acide dont on s'est servi.

Ce sel peut s'obtenir encore au moyen d'une double décomposition par le mélange d'une dissolution de sulfate de protoxyde de fer et d'acétate de plomb; on tire à clair pour enlever la totalité du sulfate de plomb qui forme un dépôt inutile.

Le plus grand emploi des préparations ferrugineuses se trouve dans la confection des noirs et des bleus, isolément ou en mélange avec les préparations alumineuses, elles concourent avec les matières colorantes rouges à la production des lilas, des gris et des violets; avec les matières jaunes, elles forment des bruns, enfin avec les substances jaunes et rouges, elles produisent une foule de nuances intermédiaires variant du gris clair au noir foncé.

Lorsque les préparations ferrugineuses sont associées aux compositions alumineuses, elles fournissent avec les matières colorantes rouges de la garance des nuances plus ou moins intenses tirant au noir, avec les matières colorantes jaunes des jaunes plus ou moins olivâtres, suivant qu'il y a plus ou moins de fer; avec un mélange de matières colorantes jaunes et rouges des couleurs brunes qui varient à l'infini, suivant qu'on change dans la préparation les rapports de l'alumine à l'oxyde de fer ou les proportions des matières colorantes jaunes et rouges dont on a fait usage pour composer le bain de teinture.

[redacted]

Préparations chromiques. — Les analogies qui lient les oxydes de fer, de chrome et d'alumine ont conduit à l'emploi comme mordants des sels de chrome.

L'action des composés du chrome est très-variée, car non-seulement les sels de chrome fournissent aux tissus un dépôt d'oxyde de chrome, mais ils sont éminemment oxydants; ils peuvent modifier profondément la matière colorante elle-même. On fait usage du bichromate de potasse ou du sulfite de chrome, ou de l'alun de chrome pour obtenir des couleurs rabattues; celles qui sont les plus communes sont les noirs dits au chromate. Au reste, les matières colorantes en général n'acquièrent avec l'oxyde de chrome que des nuances sans éclat; celles qui donnent les laques les plus pures sont le quercitron, la garance, le campêche et le brésil.

Préparations stanniques. — Les sels d'étain sont d'un usage journalier dans les opérations de la teinture. Ils sont les seuls qui, jusqu'ici, donnent avec la cochenille la magnifique couleur qu'on connait sous le nom d'écarlate. On l'emploie tantôt à l'état d'oxyde stannique, tantôt à l'état d'acide stannique. On se règle pour le choix à faire entre les deux sortes de sels, sur la nature de l'étoffe et sur la nuance qu'on veut obtenir.

Lorsque l'étain joue le rôle de base dans le sel, on se sert ou de protochlorure d'étain ou de bichlorure du même métal.

Le protochlorure d'étain en contact avec le tissu lui laisse de l'oxyde d'étain ; car l'eau seule le décompose déjà ; on a recours pour combattre l'effet de l'acide chlorhydrique qui se trouve mis en liberté, à l'acétate de potasse ou de soude, dans la dissolution desquelles on fait passer l'étoffe trempée préalablement en protochlorure ; les acétates agissent à la façon des bases.

Au lieu d'employer le protochlorure d'étain, on se sert aussi du ...lfate de protoxyde d'étain dissous dans l'acide chlorhydrique. ...r 10 kilos d'étain en grenaille, introduits dans un vase de ...ïence, on verse 15 kilos d'acide chlorhydrique du commerce, ... on ajoute peu à peu dans ce mélange, 7,5 d'acide ...de fer ; ... à 66°. On obtient par refroidissement une masse de ...ze à ...qui contiennent un léger excès d'étain et qu'on étend ... que le tout pèse huit fois le poids de l'étain dissous. ...environ 80 kilos.

...peroxyde d'étain peuvent également être employés, ...stannate de potasse.

...albuminoïdes. — Lorsqu'on soumet à la teinture

des œufs pour leur donner les diverses nuances des œufs de Pâques, les couleurs se fixent sans aucune intervention de matière, mais par la seule présence d'une substance albuminoïde azotée qui revêt la surface de l'œuf.

L'affinité de l'albumine pour les matières colorantes est d'ailleurs démontrée par les colorations que prend dans les bains de brésil ou de campêche l'albumine coagulée par la chaleur. Les substances albuminoïdes peuvent donc servir de préparation propre à faire adhérer sur divers tissus les matières colorantes, tout comme le peuvent faire les matières minérales que nous avons citées plus haut.

Préparations gélatineuses.—Certaines matières qui, par leurs propriétés générales, rappèlent la gélatine, possèdent des caractères semblables. Lorsqu'on prépare quelques tissus au moyen de la gélatine, il convient de fixer ce corps par une dissolution de tannin. M. Kulhmann auquel on doit des recherches intéressantes sur ce sujet, a pu constater que la gélatine, en permettant de fixer très-abondamment le tannin sur des étoffes incolores, peut intervenir d'une manière très-efficace dans la teinture en noir ou en gris, au moyen des sels de fer. Les couleurs ainsi préparées possèdent la plus grande solidité.

Préparations tannantes.—Des résultats analogues ont lieu lorsque, inversement, on fixe les matières analogues au tannin par une immersion dans de l'eau chargée de gélatine. Ce dernier procédé trouve une application très-heureuse dans les teintures en noir, en produisant une combinaison de l'oxyde de fer avec le tannin.

Préparations huileuses. — Le véritable type des mordants d'origine organique est offert par les huiles fixes dont on se sert pour les teintures dites rouge turc ou rouge d'Andrinople. Toutes les huiles fixes ne sont pas également propres à donner des nuances vives et suffisamment foncées.

On désigne sous le nom d'huile tournante, l'huile qui jouit des qualités propres à l'obtention des rouges d'Andrinople; ce sont des huiles contenant un corps gras acide en mélange avec le corps neutre: la proportion de l'acide varie de 5 à 15 pour 100. On trouve actuellement dans le commerce des huiles artificielles aussi propres que les huiles naturelles à la préparation du rouge turc.

Préparations glutineuses. — D'après M. Walter Crum, on augmente l'affinité du coton pour les matières colorantes telles que l'orseille, l'acide picrique, la pourpre française, l'indisine, en les combinant avec le gluten des céréales. Le gluten abandonné dans

des vases jusqu'à ce qu'il soit complétement liquéfié est précipité par une dissolution de carbonate de soude : 5 kilos de gluten exigent 500 à 550 grammes d'une dissolution d'une densité de 1,15; le précipité gluant et élastique est lavé à trois reprises avec un litre d'eau pure, puis mis à dissoudre de nouveau avec 434 grammes d'une dissolution marquant 1,080; le gluten se transforme alors en un liquide mucilagineux qu'on peut étendre à consistance convenable pour foularder ou imprimer.

Les premiers essais pour animaliser le coton reposaient sur l'emploi du gluten brut. Aussi ce mordançage restait infidèle dans beaucoup de circonstances.

Nous compléterons cette étude par l'exposé des usages et des qualités des principales matières colorantes employées en teinture sous le nom de substances tinctoriales.

III.—MATIÈRES TINCTORIALES.

Les premières matières étaient empruntées directement à la nature organique; on leur a substitué quelquefois des couleurs minérales, mais généralement cette substitution n'est pas heureuse; les matières organiques ont en effet une transparence que ne possèdent que rarement les matières colorées fournies par le règne minéral. Nous ne citerons donc parmi ces dernières que le sulfure d'antimoine, le chromate de plomb, les sulfures d'arsenic, les iodures de mercure ; ils sont obtenus par double décomposition sur le tissu lui-même.

Les matières organiques sont beaucoup plus nombreuses; ce sont tantôt des êtres organisés, comme le kermès, la cochenille; tantôt des parties de végétaux, la racine de garance, l'écorce de bois jaune, les bois de Brésil ou de Campêche, la fleur de carthame, celle de la gaude; tantôt le résultat de certaines opérations qu'on a fait subir à diverses matières végétales, comme l'indigo, le pastel, le tournesol, le rocou. On ne doit les considérer à juste titre, que comme des éléments de teinture, complexes dans leur essence; il faut donc en extraire la véritable matière colorante, la seule utile dans la pratique.

La science, en pénétrant dans les ateliers, a mis au service de l'industrie des substances tinctoriales plus simples que celles que nous venons de nommer, et la fabrication des extraits, condensant sous un volume plus petit et dans un plus grand état de pureté

les matières colorantes contenues dans les produits bruts, a rendu d'immenses services à l'art du teinturier.

L'espace nous manque pour faire une histoire détaillée de toutes les matières tinctoriales employées dans les arts, et des principes colorables ou colorés que ces éléments contiennent. Nous nous bornerons à les présenter sommairement en indiquant leur usage et la nature des couleurs qu'on peut en obtenir. Nous conserverons l'ordre de leur origine, telle que nous l'avons présentée.

A.—Les matières organisées d'origine animale et végétale nous occuperont d'abord ; ce sont parmi les substances animales la cochenille et le kermès.

Les produits organisés d'origine végétale sont la garance et les différents bois, la gaude et le safranum.

Parmi les végétaux utiles en teinture, nous étudierons la garance, racine d'une plante de la famille des rubiacées, les bois de Brésil, de Santal, et les bois de Campêche, l'écorce du quercitron, le bois jaune, qui donnent en teinture des nuances rouges et violettes, bleues et jaunes; on peut y ajouter la racine du curcuma.

La matière colorante est répartie dans la fleur du safranum et de la gaude, la première donne une magnifique couleur rose, la seconde des nuances jaunes d'un très-beau ton.

Dans la graine de Perse et d'Avignon, la matière colorante est jaune d'or.

B.—Étendant les bienfaits de son intervention, le chimiste a doté les laboratoires d'un grand nombre de principes colorables ou colorés qu'il a su séparer, et l'on peut dire que c'est la voie la plus fertile que le teinturier puisse suivre, pour obtenir des perfectionnements nouveaux dans cet art déjà si perfectionné.

Les préparations artificielles dérivées des substances végétales sont l'indigo, produit des feuilles d'une variété de *polygonum* dite *P. tinctorum*, le rocou qui dérive de la pulpe des fruits du *Bixa orellana*, l'orseille, provenant du traitement de certains lichens par l'air humide et l'ammoniaque. L'indigo sert à teindre en bleu, le rocou en jaune et l'orseille en violet. On distingue encore sous le nom de *lo-kao* une préparation de certains nerpruns qui produisent directement un magnifique vert brillant conservant sa richesse à la lumière artificielle.

C.—Enfin, l'étude des diverses matières organiques, dévoilant leur transformation, a conduit à la découverte de produits colorés inconnus hier, que les arts chimiques produisent aujourd'hui en quantités énormes pour les besoins de la teinture.

Les matières tinctoriales que le fabricant produit directement sont l'acide picrique qui provient de la destruction de l'acide phénique par l'acide azotique concentré, les riches couleurs extraites de l'aniline du commerce, et qui sont connues sous les noms d'indisine, de rosaniline, chrysaniline, bleu d'aniline, etc., etc.

A.—*Produits organisés, animaux et végétaux.*

a. *Kermès et cochenille.* — Les substances organisées d'origine animale dont on fait usage en teinture sont le kermès et la cochenille; ces éléments contiennent l'un et l'autre une même matière colorante rouge à laquelle on a donné le nom de *carmine;* elle est la matière colorante de l'écarlate, lorsqu'on la fixe au moyen des sels d'étain.

b. *Garance.*—La garance agit en raison de *l'alizarine*, de *la purpurine* et de *la xanthine* qu'elle contient.

En décoction dans l'eau, la garance brute donne des bains qui colorent en rouge et rose les tissus mordancés au moyen de l'alumine, en violet, les tissus mordancés en fer et alumine, en gris et noir les tissus mordancés en fer.

On a concentré dans différents produits commerciaux les principes utiles de la garance. On a donné le nom de *garancine* au résultat du traitement de la garance par l'acide sulfurique; les parties ligneuses attaquées sont transformées en charbon; l'alizarine n'est pas altérée; dissoute par l'acide sulfurique, elle est précipitée par l'eau, et sert immédiatement à la préparation des bains de teinture.

On a donné le nom de *garanceux* aux cendres solides des bains de garance épuisés pendant le travail: comme il reste encore de l'alizarine non employée, le traitement par l'acide sulfurique permet de la concentrer sous un volume beaucoup moindre.

MM. Gerber et Dolfus préparent un extrait de garance purifié qu'ils nomment *azale;* la fleur de garance est épuisée par l'esprit-de-bois bouillant; les liqueurs concentrées sont traitées par l'eau qui précipite un extrait représentant près de 7 pour 100 du poids de la garance employée. Un nouveau traitement de la garance par de l'esprit-de-bois auquel on ajoute 1 pour 100 d'acide sulfurique donne un second liquide riche en matière colorante, qui représente encore le même poids que celui de l'extrait déjà retiré. Le résidu ligneux ne contient plus de principe utilisable.

Sous le nom d'*alizarine commerciale*, MM. Verdeil et Michel

obtiennent de l'alizarine presque pure par la méthode suivante: On fait ramollir les racines de garance avec de l'eau légèrement acidulée par l'acide sulfurique; on fait macérer les racines dépouillées du liquide par le carbonate alcalin marquant 4°. Le liquide alcalin est comprimé ; le traitement renouvelé et les eaux réunies; la matière colorante est précipitée par sursaturation d'un acide. Le précipité recueilli sur un filtre, lavé avec un peu d'eau est épuisé par de l'esprit-de-bois ou l'alcool bouillant. Par concentration dans un alambic, on retrouve le dissolvant et le résidu qui forme les matières colorantes. En chauffant à 250° dans un appareil permettant la surchauffe, on dissout la presque totalité de l'alizarine; la résine reste comme résidu.

M. Kopp a proposé d'extraire la matière colorante de la garance en faisant directement usage de la vapeur surchauffée ; la vapeur passant sur de la garancine entraîne l'alizarine et la porte dans un réfrigérant. Celui-ci se partage en deux parties; la première, conservant une température de 100 degrés, reçoit l'alizarine condensée ; la deuxième, refroidie complètement, fournit de la vapeur liquéfiée ; on rassemble sur un filtre l'alizarine sublimée; les eaux de condensation sont réunies et destinées à la teinture.

La matière qu'on nomme *pinkoffine* en Angleterre n'est autre chose que l'alizarine sublimée; elle est pure, parce que la haute température qu'elle a reçue détruit les matières fauves que contient la garance ; on en obtient des violets qui n'ont pas besoin d'être avivés.

M. Kopp est également l'auteur d'un procédé très-ingénieux au moyen duquel on prépare l'alizarine propre aux arts industriels.

On sait qu'il existe dans la racine de garance une substance particulière incolore, à laquelle on a donné le nom de *rubiane* et qui peut, par un dédoublement sous l'influence d'une sorte de fermentation encore mal définie, former de l'alizarine et de la purpurine; cette fermentation se développe au bout de quelques heures par une macération humide en présence des bases et des acides. Mais l'acide sulfureux jouit dans cette circonstance d'une action spéciale ; il permet d'obtenir un rendement plus considérable et des produits en grande partie beaucoup plus purs. On opère de la manière suivante :

ence par faire macérer la garance, conservée comme à l'abri de l'humidité, dans de l'eau contenant quel-, 2 à 3, d'acide sulfureux. On décante ce liquide , on presse ce résidu. C'est dans ce liquide que

se trouve la matière colorable. En effet, si l'on vient à faire addition à cette liqueur de 8 pour 100 d'acide sulfurique et qu'on chauffe à 30 ou 40°, il se dépose d'abondants flocons d'un rouge orangé qui, séparés et lavés, sont de la purpurine à l'état de pureté.

On chauffe à 100 degrés l'eau mère séparée des flocons de purpurine; il s'établit alors une réaction très-nette accompagnée d'un dégagement d'acide carbonique et d'un dépôt d'alizarine qu'altère, il est vrai, certaine matière d'aspect verdâtre, mais qui communique aux tissus mordancés une magnifique couleur rouge en respectant les blancs.

On comprend que cette seconde eau mère privée de l'alizarine qu'elle contenait d'abord puisse servir, chargée d'acide sulfurique, à transformer en garancine par les moyens ordinaires la garance que l'eau chargée d'acide sulfureux n'a pas complétement épuisée.

Et, en effet, les racines de garance traitées par l'acide sulfureux contiennent encore de la rubiane et les produits qui peuvent en dériver. Lavée à l'eau bouillante, elle peut donc fournir une liqueur qui, mêlée d'un sel d'alumine, donnera de la laque rose ou rouge suivant la quantité d'alumine ajoutée; traitée par un lait de chaux, la même liqueur fournira, soit une laque violette formée d'alizarine et de purpurine, décomposable en d'autres nuances avec les composés métalliques, soit un extrait analogue à la colorine, lorsqu'on le décomposera par l'acide chlorhydrique.

c. *Bois de Brésil.* — Le bois de Brésil contient une matière colorante rouge à laquelle M. Chevreul a donné le nom de *brésiline*. On s'en sert pour obtenir la teinture en cramoisi; il suffit de préparer une décoction avec le bois, ou bien une dissolution avec l'extrait. La décoction dans l'eau ne s'altère pas; loin de là, l'expérience journalière des ateliers prouve que la dissolution ancienne est plus riche que celle qu'on vient de préparer depuis peu de temps.

d. *Bois de santal.* — Le bois de santal rouge contient une matière qui donne en teinture des nuances qui varient du fauve au rouge; il ne se colore presque pas par l'eau bouillante : il se colore au contact des alcalis.

e. *Bois de Campêche.* — Le campêche est très-anciennement connu comme matière tinctoriale. On traite ce bois par l'eau pure; l'extrait concentré est repris par l'alcool; il contient le principe utile auquel on a donné le nom d'*hématine*. Incolore par elle-

même, l'hématine se colore en un beau bleu violacé quand on la met en contact avec l'air et l'ammoniaque. M. Erdman, qui a étudié cette réaction, nomme *hématéine* le principe coloré qui se forme; l'hématéine n'est pas azotée, mais, à l'état coloré, elle forme un sel d'ammoniaque. Elle teint en bleu.

f. *Quercitron.*—Le quercitron est l'écorce d'une espèce de chêne, *quercus nigra*. Une décoction de quercitron faite par une ébullition d'un quart d'heure avec une partie de quercitron et cinq parties d'eau se trouble et dépose une matière cristalline que M. Chevreul a nommée *quercitrine*, lorsqu'elle est à l'état de pureté.

Les fleurs et les fruits du marronnier d'Inde contiennent le même principe. La décoction du quercitron a l'odeur de l'écorce de chêne; sa saveur est astringente; elle donne, sur laine mordancée par l'alun, un jaune plus verdâtre que celui qu'on obtient avec le bois jaune. Les solutions alcalines de potasse, de soude, de chaux, de baryte et de strontiane en exaltent la couleur.

g. *Bois jaune.*—Le bois jaune est une espèce particulière, qui provient du Brésil et des Antilles; on le nomme *morus tinctoria*.

Le morin contient deux principes distincts, l'un qu'on appelle *morin blanc*, et l'autre, qui semble dériver du premier, qu'on nomme *morin jaune*. La décoction du bois jaune agit en vertu de ce dernier principe qu'elle tient en dissolution à l'état d'isolement; il donne une masse jaune d'aspect cristallin.

La décoction de bois jaune faite avec une partie de bois pour dix parties d'eau bouillante est d'un rouge orangé vif; elle se trouble par le refroidissement; inodore, d'une saveur amère et astringente, elle donne sur la laine des colorations jaunes plus ou moins brillantes. Le morin jaune donne des jaunes moins verdâtres que le morin blanc; le morin rouge donne une couleur orangée terne.

h. *Safranum.*—On distingue dans le commerce, sous le nom de carthame, la fleur d'un végétal auquel on donne le nom de *carthamus tinctorius*.

Lorsqu'on traite les fleurs de carthame par le carbonate de soude étendu, après les avoir lavées à l'eau pour éliminer un principe jaune qui les souille, si l'on ajoute de l'acide citrique ou de l'acide acétique dilué, on précipite une substance rouge d'une nuance magnifique, à laquelle on donne le nom de *safranum* ou *carthame*; cette matière a reçu le nom de *carthamine* ou d'acide *carthamique*; car elle possède des propriétés acides très-nettement tranchées, quoique faibles.

[redacted]

Il suffit pour teindre de tremper une étoffe dans un liquide al-
ılin contenant de la carthamine dissoute pour précipiter sur le
ssu la matière rouge qui caractérise cette substance tincto-
iale.

Pour teindre les soies en nuance brillante, on fixe d'abord la
ouleur sur le coton, qui ne prend que la couleur pure; on la fait
issoudre ensuite dans du carbonate de soude, puis on précipite
a présence de la soie par l'acide citrique étendu d'eau.

D'après M. Preisser, l'acide carthamique résulterait de l'oxy-
ation d'un principe incolore qu'il appelle acide *carthameux* et
u'on obtient facilement du reste, en traitant par l'acide sulfhy-
rique l'acide carthamique. Sous l'influence de l'air et des alcalis,
et acide incolore par lui-même se transforme en rouge de car-
hame.

Le rose de carthame offre peu de solidité; il paraît toutefois
u'en Chine on sait donner à cette couleur une certaine persi-
tance relative.

i. *Gaude.* — La gaude, qu'on cultive surtout pour les besoins de
a teinture, est très-répandue. Elle fournit une matière colorante
aune qu'on rencontre à l'extrémité des rameaux fleuris; elle se
rouve dans le commerce sous forme de bottes sèches. M. Che-
reul a nommé *lutéoline* le principe utile que contient la décoc-
ion de gaude. C'est une substance colorante jaune assez solide.

j. *Graine de Perse.* — On trouve dans le commerce, sous le nom
e graine de Perse, les fruits du *rhamnus tinctoria*, qui servent à la
roduction d'une belle teinture jaune. Exportées du Levant, ces
raines sont tantôt grosses, pleines et d'un vert olivâtre, tantôt
etites, ridées et d'un brun foncé. Ces baies ne contiennent pas le
ıême principe colorant; on donne le nom de *chrysorhamnine* à
a matière colorante d'un jaune d'or et *xanthorhamnine* à celle
ui est d'un jaune fauve. Cette dernière semble se produire par
altération de la chrysorhamnine.

B. *Produits de transformation.*

a. *Indigo.*—On rencontre dans le commerce, sous le nom d'in-
ligo, le produit d'une préparation spéciale à laquelle on soumet
es feuilles de certaines plantes. Les pains cubiques que la con-
ommation reçoit sont un composé très-variable, dans lequel
'indigo bleu domine; il entre au moins pour 50 pour 100 dans le
oids de la matière brute.

A l'état d'indigo bleu, l'indigo ne teint pas; il faut l'amener à

l'état de dissolution ; à cet effet, on le fait réduire par des matières convenables ; il se transforme en indigo blanc, qui régénère sur la fibre de indigo bleu, par absorption de l'oxygène de l'air ; il teint alors en bleu. On a pu isoler l'indigo blanc, l'indigo bleu, les comparer et faire à l'aide de l'analyse une étude intéressante de ces sortes de produits.

L'indigo bleu doit être cité parmi les substances de la plus grande solidité ; l'indigo blanc, au contraire, est éminemment instable : les deux substances ne diffèrent l'une de l'autre que par un équivalent d'hydrogène ; il est donc facile d'expliquer comment, sous l'influence d'actions réductrices, l'indigo bleu se transforme en indigo blanc. L'influence de l'air agissant sur cet excès d'hydrogène, forme de l'eau qui se trouve éliminée ; il reste de l'indigo bleu. Cette interprétation rend compte de toutes les observations qu'on fait journellement dans les ateliers.

L'indigo se trouve encore employé sous une autre forme qu celle que nous venons de désigner sous le nom d'indigo blanc. O prépare pour les besoins de la teinture, sous forme de carmin d'i digo ou de sulfate d'indigo, une quantité considérable de cette m tière qui, malheureusement, n'a pas la solidité de l'indigo ble La préparation est très-simple ; on traite un kilogramme d'indig finement broyé par un mélange de 1 kilogr. d'acide sulfurique d Saxe et 1 kilo d'acide sulfurique concentré ordinaire. On chauf le mélange après l'avoir laissé réagir pendant 40 heures. On a rête l'opération lorsqu'une goutte de liqueur versée dans l'eau l colore en bleu sans former de précipité. Le bleu dit *distillé* est sulfo-indigotate précipité et purifié. Il se vend plus cher.

b. *Orseille.*—L'orseille la plus estimée provient du *lichen rocel* qu'on rencontre principalement aux Canaries et aux îles du Ca Vert. On distingue le *persio* ou *cudbear* comme poudre sèch l'orseille en pâte, l'extrait d'orseille, l'orseille universelle et pourpre française ; ces diverses préparations résultent de transformation en matière colorée d'une substance incolore co tenue dans les lichens. La *lécanorine* que les lichens renferme peut se dédoubler, sous l'influence des alcalis et des bases alcalin terreuses avec le concours de l'eau, en acide carbonique et en u substance particulière non azotée que Robiquet appelle *orcine* c'est cette dernière qui, au contact de l'air, de l'ammoniaque et d l'eau se transforme en la matière colorée, l'*orcéine*, dont le tei urier fait usage en employant l'orseille, quel que soit l'aspe 'elle présente. L'orseille séchée constitue le *cudbear ;* elle e

réduite en poudre : on y trouve encore toute la structure des lichens : l'orseille est humide et forme une masse hétérogène dans laquelle on distingue encore la partie ligneuse des végétaux qui, sous l'influence de l'ammoniaque, a subi la transformation. L'orseille traitée par l'eau donne un *extrait* plus ou moins concentré qui diffère par ses qualités de celui qu'on peut préparer en traitant les lichens par l'eau bouillante, filtrant et colorant le liquide, ou en lessivant avec des alcalis, précipitant par le chlorure d'étain et colorant la pâte ainsi obtenue. Ce dernier procédé conduit à la pâte *d'orseille universelle*.

Préparée par ces différentes méthodes, l'orseille n'offre pas aux acides une résistance énergique. On lui donne cependant une solidité relative; il suffit, ainsi que le pratiquent MM. Marnas et Guinon, de Lyon, de traiter par l'ammoniaque à la température de 60 à 70°, la pâte colorable dans de larges ballons à col assez étroit; on modifie profondément la nature des principes colorants; en précipitant les matières colorantes au moyen des sels de chaux, de magnésie et d'alumine, on forme des laques dépouillées des principes altérables et servant à donner le violet d'orseille désigné sous le nom de *pourpre française*. Ces couleurs ont beaucoup perdu de leur importance devant la découverte des couleurs tirées de l'aniline.

c. *Rocou.*—Le rocou n'est autre chose que la chair rougeâtre des fruits du *bixa orellana*. C'est une pâte molle, d'un rouge vif; elle est formée par la réunion de plusieurs matières; on en a extrait une matière colorable incolore, une substance jaune qu'on nomme *bixine*, et un principe rouge qui semble dériver de la bixine.

L'eau bouillante dissout complétement le rocou; mais la décoction est trouble. Les dissolutions alcalines dissolvent la matière jaune, les acides la précipitent sous forme de flocons orangés. La couleur du rocou est fixée sans préparation sur la laine, la soie, le lin et le coton. Elle manque de résistance à l'air; mais elle ne s'altère pas par l'action des savons et des acides. Elle résiste mieux au chlore que le rouge de garance. On l'emploie surtout pour teindre la soie.

C. *Matières tinctoriales artificielles.*

La transformation de certains agents incolores en véritables matières tinctoriales est un fait important qui intéresse le teinturier au plus haut point.

a. *Acide picrique.*—L'acide azotique agissant sur certaines matières organiques, l'indigo, la salicine, l'aloès, les huiles de houille, forme, entre autres produits, un composé particulier azoté, qu'on désigne communément sous le nom d'acide picrique; il était resté sans emploi industriel jusqu'au moment où M. Guinon l'appliqua, vers 1847, pour la teinture de la soie en un jaune vif et brillant. On en consomme aujourd'hui des quantités considérables qu'on prépare en mettant à profit les observations de Laurent; on fait réagir l'acide nitrique sur les huiles de houille ou sur l'acide phénique. On place dans un ballon chauffé sur un bain de sable vers la fin de l'opération, l'acide azotique nécessaire à la réaction, et on y fait tomber goutte à goutte l'acide phénique ; il se forme une résine qui doit être chauffée pour être entièrement transformée; par refroidissement, l'acide picrique cristallise; on décante l'eau mère qui rentre dans les opérations subséquentes.

Il n'est pas nécessaire pour les besoins de la teinture, de purifier complétement l'acide picrique. On se borne à le laver avec de l'eau froide pour enlever l'acide azotique en excès, puis on redissout dans l'eau bouillante, à laquelle on ajoute 100 grammes d'acide sulfurique par 100 litres d'eau, pour séparer la partie résineuse qui reste avec l'acide picrique. Il y a grand avantage à choisir les huiles lourdes de houille qui, traitées par le carbonate de soude, donnent une très-grande quantité de phénate de soude. La dissolution alcaline décomposée par l'acide chlorhydrique se recouvre des principes acides huileux qu'on traite comme il vient d'être dit.

b. *Couleurs dérivées de l'aniline.* — On sait que lorsqu'on traite avec précaution certains produits de la distillation de la houille par des agents convenablement choisis, on obtient une huile basique à laquelle on a donné le nom d'*aniline*. C'est une substance liquide à la température ordinaire et incolore : elle jouit de cette singulière propriété de se colorer en rouge sous des influences très-variées. Avec le nitrate de mercure, le bichlorure d'étain, l'acide arsénique, à la température de l'ébullition du mélange, on obtient une substance d'un rouge magnifique capable de teindre immédiatement et sans intermédiaire la laine et la soie.

D'après M. Hoffmann, cette substance intéressante est le sel d'une base particulière à laquelle, pour rappeler son origine, il donna le nom de *rosaniline*. L'aniline pure traitée pour obtenir la rosaniline n'en donne pas; la *toluidine* n'en produit pas davantage, mais un mélange de toluidine et d'aniline pures se transforme

facilement. Il semblerait ainsi que la rosalinine dérive d'un type nouveau provenant de la condensation des éléments constitutifs de la toluidine et de l'aniline. Ces observations éclairent d'un jour nouveau la théorie de la genèse de ces magnifiques couleurs. MM. Renard et Franc, de Lyon, ont fait ressortir les premiers l'importance de ces transformations de l'aniline commerciale : les premiers produits qu'ils ont livrés au commerce portaient le nom de *fuchsine.*

Lorsqu'on introduit un sel de rosaniline et de l'aniline en excès dans un ballon qu'on chauffe à 180°, on obtient une magnifique coloration bleue. MM. Girard et Delaire produisent directement par cette réaction un bleu très-riche applicable aux arts.

La préparation de la rosaniline conduit à des résidus dans lesquels M. Nicholson a découvert une très-belle couleur jaune ; M. Hoffmann a proposé de nommer cette substance tinctoriale *chrysaniline,* pour rappeler son origine.

Enfin, l'aniline vient d'être appliquée dernièrement à la teinture en noir.

c. *L'acide phénique* est la source d'une couleur bleue que MM. Guinon et Marnas ont fabriquée sous le nom d'*azuline.* M. J. Persoz avait fait cette remarque que l'acide phénique peut être transformé en matière rouge ; cette dernière, à son tour, est l'origine de la matière bleue de MM. Guinon et Marnas.

d. *La quinoléine* possède aussi des qualités tinctoriales : M. Greville-William a fait cette remarque importante : l'iodure d'amyle et la quinoléine se combinent pour former de l'iodhydrate d'amiloquinoléine. La solution aqueuse de ce produit, reprise à l'ébullition par l'ammoniaque, dépose un précipité ; c'est une matière tinctoriale violette ; la même dissolution traitée par la potasse caustique fournit une substance bleue : malheureusement ces substances manquent de solidité.

Mais arrêtons-nous ici ; et terminons par cette remarque que l'art du teinturier, en présence des progrès de la chimie, prend une simplicite remarquable. Il suffit de mettre en contact les tissus à teindre avec les bains contenant ces substances pour obtenir une teinture réussie. Il n'en est pas ainsi, comme on va le voir, des anciennes matières tinctoriales, dont l'emploi sera détaillé dans le chapitre deuxième.

SALVETAT.

CHAPITRE II. — IMPRESSION.

Les notions qui précèdent servent de base à la teinture proprement dite ; elles trouvent leur application dans l'impression sur tissus. Nous examinerons cette dernière industrie avec assez de détails pour compléter les données pratiques sur lesquelles on n'a pu s'étendre dans le chapitre qui précède. Nous présenterons l'impression au point de vue des genres qu'on veut produire. Cette étude offrira de la sorte un exposé méthodique.

I. INDIGO ET GENRES DIVERS QU'ON PRODUIT PAR SON APPLICATION.

L'emploi de l'indigo pour colorer les étoffes remonte à la plus haute antiquité, mais son application à l'industrie qui nous occupe ne date guère que d'un siècle; aussi, si l'on compare les procédés usités de nos jours pour monter la cuve au bleu avec ceux que suivent encore actuellement les peuplades africaines, on pourra apprécier les énormes progrès que les connaissances chimiques ont fait faire à l'art de la teinture.

La cuve de bleu a donné naissance à plus de cent genres de fabrications diverses. Nous nous bornerons à passer en revue quelques-uns des principaux.

1° Pour obtenir des dessins blancs sur un fond bleu de cuve, le tissu blanc est imprimé avec une réserve faite avec des sels de cuivre convenablement épaissis à la gomme et à la terre de pipe.

Pour teindre les pièces, on les tend sur un cadre ou *champagne*, qui se compose de deux espèces de disques à jour, formés chacun de quatre traverses qui se croisent; l'un de ces disques est fixé à l'extrémité d'un arbre de bois, tandis que l'autre est mobile et peut être tendu par une vis d'appel ; sur ce disque, on dispose encore quatre autres branches qui se croisent avec les premières, de manière à former une double croix. Sur la branche de ce cadre sont implantés des crochets en cuivre à une distance de 25 millim. l'un de l'autre. La pièce à teindre est crochée par les deux lisières sur ce cadre que l'on tourne peu à peu à mesure que le travail avance, et quand toute la pièce y est disposée, on fait fonctionner la vis d'appel, ce qui tend le tissu de manière à ce qu'aucun pli ne puisse toucher un pli voisin. Un treuil muni d'une poulie sert à immerger le cadre dans la cuve. Aussitôt que

ı champagne est au sein du liquide, on tend encore une fois la is d'appel et on laisse en repos pendant plusieurs minutes. ’immersion du cadre doit se faire avec précaution, en ayant oin d'enlever préalablement la *fleur* ou indigo réoxygéné qui ecouvre la cuve d'une pellicule, et de ne pas opérer trop brusquement.

Au sortir d'une première cuve, on laisse *déverdir*, ce qui veut lire réoxyder l'indigo. On remarque alors que les parties recouvertes de sels de cuivre sont bleues au sortir de la cuve, tandis ue le reste de la pièce est d'un vert jaunâtre qui ne devient bleu u'au contact de l'air. Cette coloration bleue par les sels de cuivre rovient de ce que l'oxyde de cuivre, qui est mis en liberté par liquide alcalin de la cuve, cède son oxygène à l'indigo blanc, xyde et par là l'empêche d'imprégner le tissu et de le teindre à ces places-là.

Généralement on procède par plusieurs immersions ou *trempes*, lon l'intensité du bleu qu'on veut obtenir. On commence par le cuve faible, pour continuer sur de plus fortes et finir par le cuve fraîche. Après la dernière trempe, on passe la pièce ut encadrée dans une cuve contenant de l'acide sulfurique à et on l'y laisse jusqu'à ce qu'une seconde pièce vienne la remplacer. On décadre alors, on met tremper à la rivière pendant elques heures et on nettoie dans la machine à laver; on donne ore un passage en acide au baquet, on nettoie de nouveau et sèche.

° Si l'on veut obtenir un effet *petit bleu* sur *gros bleu*, on teint bord la pièce en bleu clair uni, on imprime ensuite la réve aux sels de cuivre et on teint en gros bleu;

° Dans le cas où il s'agit de faire *blanc*, *petit bleu* et *gros bleu*, imprime en réserve les places devant rester blanches, et on t *petit bleu*. On nettoie, on sèche, puis on rentre la réserve s bleu, qui est de même composition que celle pour *petit*, seulement plus forte en sels de cuivre. La planche de ren- est disposée de manière à recouvrir partiellement le blanc sé sur la pièce *petit bleu*, tandis que le dessin tombe aussi des endroits où il n'y a pas encore eu d'impression. On cuve bleu foncé et on nettoie.

° *Bouton d'or et Amélie.*—Lorsqu'on ajoute à la réserve gros ı un sel de plomb, et qu'au sortir de la cuve, on passe la pièce s un bain de chromate de potasse, on obtient *jaune* et *bleu*. Si, ès la teinture en chromate, on passe dans un léger bain al-

calin bouillant, on obtient *orange*, nuance qu'on peut ramener au *jaune*, sur certaines parties de la pièce en y rentrant de l'acide nitrique très-faible.

Pour décomposer et fixer sur le tissu les sels de plomb ajoutés à la réserve, on a recours à deux moyens : ou bien, on immerge la pièce tout encadrée pendant quelques minutes dans une cuve contenant un fort lait de chaux, avant de la plonger dans la cuve bleu; ou bien, on se sert de cuves bleu assez fortes en chaux, et on teint pendant que le liquide est trouble.

On convertit aussi les sels de plomb fixés au tissu directement en sous-chromate, en teignant dans du chromate de potasse alcalin; on obtient de suite de l'*orange*.

L'effet de l'acide qu'on imprime sur le sous-chromate de plomb orange, c'est de ramener celui-ci à l'état de chromate neutre qui est jaune. En combinant convenablement ces différents genres d'effets, on peut produire sur la même pièce : *gros bleu*, *petit bleu*, *orange* et *jaune de chrome*;

3° *Bleu rongé blanc.*—La teinture bleu uni pour enlevage blanc ne se fait point au cadre, comme pour les pièces recouvertes de réserve. Un procédé plus expéditif est employé; il est connu dans les ateliers sous le nom de *teinture continue* ou *à la roulette.*

Cette teinture se fait en plaçant dans la cuve un bâti en bois composé de quatre montants, reliés par quatre traverses à environ 30 cent. du haut et du bas; sur ces traverses sont fixés des rouleaux de bois sur lesquels la pièce vient passer, en remontant de celui du haut, pour descendre et remonter six à huit fois. Un rouleau d'appel commande la pièce; ce bâti est mobile et est immergé dans la cuve au moyen d'une poulie.

Pour obtenir un bleu de nuance moyenne, on commence sur une cuve faible, en donnant une passe de déblanchissage. Un ouvrier tourne lentement la manivelle du rouleau d'appel; la pièce, au sortir de la cuve, passe au large sur des rouleaux disposés d'un bout de l'atelier à l'autre; durant ce passage, elle absorbe l'oxygène de l'air et un second ouvrier la plie. De la cuve faible, on passe sur une plus forte, puis sur une troisième, et enfin sur une cuve fraiche ou forte. Après la teinture, on passe en acide sulfurique léger, on nettoie et on sèche.

L'enlevage blanc sur bleu uni, c'est-à-dire la destruction de la couleur sur certaines places, afin de faire apparaître le blanc du tissu, s'opère en foulardant ou immergeant les pièces dans un bain de bichromate de potasse faible ; on sèche promptement et

à l'abri de la lumière, dans des séchoirs appelés *chambre chaude*. On imprime sur ces tissus ainsi préparés une dissolution d'acide oxalique épaissie. Cet acide s'empare de la potasse du bichromate dont la pièce est imprégnée; l'acide chromique, mis en liberté, donne, d'une part, de l'oxyde de chrome qui se combine avec l'acide oxalique encore libre, et de l'oxygène qui se porte sur l'indigo et le détruit; le blanc du tissu apparaît donc une fois qu'on a passé les toiles en eau chaude chargée de craie, celle-ci étant utile pour neutraliser l'acide restant. On nettoie ensuite complétement.

Lorsqu'au lieu de foularder simplement la pièce bleu uni en bichromate de potasse, on ajoute à ce bain de l'acétate d'alumine et qu'on teint en quercitron, on obtient du *vert*. Les pièces, au sortir de la chambre chaude, sont étendues dans un local à l'abri de la lumière pour laisser dégager l'acide acétique; l'alumine se fixe au tissu et le *mordance*. Après qu'on a rongé blanc par un rongeant analogue au rongeant bleu, on passe dans une eau de son additionnée de craie et à chaud; on nettoie et on teint en quercitron, en ayant soin d'abattre la matière astringente de cette écorce par un pèu de gélatine.

Un autre mode d'enlevage blanc sur bleu est employé quelquefois pour des dessins peu délicats. On prépare, d'une part, un empois d'amidon additionné d'un sel de plomb, et d'autre part, une même quantité d'empois contenant du bichromate de potasse; au sortir du feu, on mêle les deux couleurs chaudes et on obtient ainsi un chromate de plomb dans un grand état de division que l'on imprime sur le tissu bleu uni sans autre préparation préalable. L'impression faite, il ne reste plus qu'à passer en acide chlorhydrique faible renforcé d'un peu d'acide oxalique, et tiède, pour voir apparaître le dessin en blanc. Le chromate de plomb se trouve décomposé par l'acide; il se forme du chlorure et de l'oxalate de plomb; l'oxygène de l'acide chromique réagit, comme il a été dit, sur l'indigo et le détruit.

Une troisième manière de produire ce dernier résultat consiste à se servir de l'oxyde puce de manganèse, obtenu en précipitant du chlorure de manganèse par un hypochlorite alcalin. Le précipité est recueilli et incorporé dans un empois d'amidon. On imprime et on passe dans un bain d'acide chlorhydrique faible. Il se reforme du chlorure de manganèse et l'oxygène devient libre; c'est lui qui détruit l'indigo dans les places où il prend naissance.

On arrive encore à détruire l'indigo sur le tissu en imprégnant celui-ci d'une dissolution de *prussiate rouge de potasse*. On sèche et on imprime une solution alcaline caustique faible. Partout où la potasse touche le tissu imprégné de cyanure rouge, celui-ci est ramené à l'état de cyanure jaune en abandonnant un équivalent d'oxygène qui réagit sur l'indigo qu'il rencontre et le brûle.

6° *Bleu faïencé*.—Un des plus jolis articles obtenus avec l'indigo, c'est sans contredit le *bleu faïencé* qui remonte presqu'à l'origine de l'impression sur étoffes de coton. Dans ce genre de fabrication, on produit la désoxydation de l'indigo sur le tissu même, en imprimant un mélange d'indigo en poudre et de couperose convenablement épaissi, et en plongeant ensuite le tissu recouvert de ce mélange dans des bains successifs de chaux, de couperose et de lessive caustique. L'indigo réduit se trouve fixé complètement sans coulage. Voici comment on procède :

A de l'indigo amené à l'état de poudre impalpable, on ajoute une solution de sulfate de fer, puis de la gomme ou de l'amidon pour épaissir. La couleur étant cuite, on l'imprime. Un atelier de faïençage contient ordinairement six cuves. La première renferme un fort lait de chaux ; la seconde, une solution de couperose; la troisième, un lait de chaux ; la quatrième une solution de couperose; la cinquième, de la soude caustique, et la sixième, de l'acide sulfurique étendu.

La pièce étant encadrée, on la plonge pendant 10 minutes dans la première cuve, qu'on a légèrement troublée, et après l'avoir retirée on la laisse déverdir à l'air pendant 10 autres minutes; on l'entre alors dans la deuxième cuve, où elle reste 15 minutes, puis 5 minutes à l'air; on passe ensuite dans le lait de chaux de la troisième cuve, et on y reste 15 minutes; on laisse reverdir à l'air pendant 10 minutes, et on entre dans la quatrième cuve; après 20 minutes de séjour on retire et on laisse exposée à l'air 10 minutes; on immerge la pièce dans la cinquième cuve pendant 15 minutes; on fait réoxyder à l'air pendant 10 minutes, et enfin on la met tremper dans la sixième cuve, contenant l'acide sulfurique à 4°; elle y demeure jusqu'à ce qu'une autre pièce vienne la remplacer.

7° *Vert faïencé*.—Dans ce cas, la désoxydation de l'indigo est opérée, non par le sulfate de fer, mais par le sulfure d'arsenic, et on ajoute en même temps à ces deux substances finement pulvérisées le mordant de jaune, c'est-à-dire le bichlorure d'étain. On imprime donc sur la toile qu'il s'agit de recouvrir de dessins ver

ıcé un mélange suffisamment épaissi d'indigo, de sulfure senic et de bichlorure d'étain, puis on procède à la teinture me pour le bleu faïencé. Après un nettoyage parfait, on passe ile teinte en bleu dans un bain de soude. Le peu d'oxyde d'é- qui reste fixé avec le bleu attire la matière colorante jaune, ui change le bleu en vert. On nettoie fortement le tissu, afin lever le plus possible la matière jaune non fixée par le mor- t, et on complète cette opération par deux passages successifs on. On avive ensuite le vert par un bain tiède et léger d'alun, ı on lave et on sèche.

Bleu de pinceau.—La fabrication du bleu faïencé étant longue ispendieuse, on a cherché à la remplacer par des procédés ı simples donnant à peu près la même nuance. Ce qu'on ap- e le *bleu de pinceau* s'obtient en désoxydant l'indigo au moyen sulfure d'arsenic en présence d'un alcali; après l'impression, aisse le tissu s'oxyder à l'air; une simple immersion à l'eau rante suffit pour achever la fixation de l'indigo et enlever l'é- sissant.

oici comment on opère. On fait digérer au bain-marie l'indigo oudre dans une lessive caustique; on y ajoute le sulfure d'ar- .c en poudre et on fait bouillir pendant quelque temps. On issit ensuite à la gomme, et on incorpore à la couleur un peu sence de térébenthine tenant en dissolution de la térébenthine 'enise.

ı imprime cette couleur au rouleau et aussitôt que possible s sa préparation, attendu que l'indigo réduit absorbe avec grande rapidité l'oxygène de l'air; c'est pour retarder cet qu'on mêle à la couleur de la térébenthine.

s toiles, après l'impression, sont étendues pendant plusieurs s, et pour compléter la fixation de l'indigo, on les met tremper rivière, au large, pendant quelque temps. On nettoie ensuite ıitement pour enlever la dernière trace de l'épaississant et ndigo non fixé.

Bleu solide.—Le bleu de pinceau étant d'une réussite assez dif- , attendu la rapidité avec laquelle il absorbe l'oxygène pen- l'impression, on lui a substitué plus tard le *bleu au précipité.* btient celui-ci de plusieurs manières :

ı désoxydant l'indigo par la couperose et la chaux, et le pré- ant par une solution acide de protochlorure d'étain, il se dé- un mélange de protoxyde d'étain et d'indigo réduit ou blanc, n isole sur un filtre.

On peut aussi réduire l'indigo par le sulfure d'arsenic et la lessive caustique, et précipiter par un acide.

Dans tous les cas, le précipité d'indigo réduit est mêlé à un épaississant, imprimé immédiatement et passé dans un bain de chaux qui le ramène à l'état soluble et le fixe sur le tissu. Un seul exemple suffira pour bien faire comprendre la manière d'opérer.

On monte une forte cuve d'indigo à la manière ordinaire, en employant moins d'eau, afin d'avoir un bain plus riche. On décante le liquide clair et on le précipite par un mélange à parties égales de protochlorure d'étain et d'acide chlorhydrique. Il se dépose de l'indigo blanc mêlé de protoxyde d'étain, qui l'empêche de réabsorber trop promptement l'oxygène de l'air.

On prépare alors une solution de protonitrate de fer en décomposant une solution de couperose par du nitrate de plomb; on l'épaissit convenablement et on y incorpore l'indigo réduit, que l'on a recueilli sur une chausse à l'abri de l'air, et qui est alors sous la forme de pâte d'un blanc grisâtre.

Aussitôt après l'impression de cette couleur, on passe le tissu dans un lait de chaux, qui rend l'indigo soluble. Le protoxyde de fer qui provient de la décomposition du nitrate favorise la solubilité de l'indigo, qui pénètre les fibres. Lorsqu'on reconnaît que la réaction est à peu près achevée, que le tissu, de vert pomme qu'il était, devient vert chou, on passe à l'eau et immédiatement en acide sulfurique faible, qui dissout l'oxyde de fer et fait apparaître le bleu dans toute sa pureté; on nettoie et on sèche.

Pour donner le passage en chaux, on peut se servir du cadre ou champagne, ou bien du bâti à roulettes qu'on emploie pour les teintures unies continues; seulement, dans ce dernier cas, il faut régler la vitesse de manière à atteindre le point indiqué pour la fixation de l'indigo, et faire tomber les pièces dans l'eau courante au sortir de la chaux.

10° *Vert solide.*—On désoxyde de l'indigo au moyen du protoxyde d'étain dans la lessive caustique, on ajoute de l'acétate de plomb et on précipite le tout par de l'acide acétique. On épaissit le liquide tenant en suspension l'indigo désoxydé au moyen d'un sel de plomb, et on imprime. Après l'impression, on passe au lait de chaux, on fait tomber à l'eau courante et on laisse tremper le tissu pendant une heure pour compléter, par l'oxygène de l'air dissous dans l'eau, l'oxydation de l'indigo; on rince simplement et on convertit l'oxyde de plomb mélangé à l'indigo en chromate de plomb par un passage dans un bain de bichromate de potasse;

[?]n nettoie soigneusement, et pour dégager parfaitement le blanc [?]u tissu on passe dans de l'acide acétique très-faible.

Depuis l'introduction du silicate de soude dans la fabrication [?]s indiennes, un autre procédé pour le vert solide a pris naissance: il est fondé sur la fixation instantanée de l'acétate d'alumine par le silicate, et sur l'état alcalin de ce dernier, qui rend [?]oluble et fixe l'indigo blanc; il ne reste après qu'à teindre en [?]une dans du quercitron. On agit de la manière suivante.

On incorpore de l'indigo réduit dans de l'acétate d'alumine [?]paissi; on l'imprime et on passe la toile dans un bain de silicate de soude, qui, tout en précipitant l'alumine, fixe en même temps l'indigo réduit. On fait tremper pendant une heure à l'eau cou[?]ante, on nettoie convenablement, puis on teint à tiède dans un bain de quercitron où l'on a mis un peu de gélatine. On lève les pièces à la nuance voulue, et pour nettoyer et dégager le blanc on donne un bain de son.

II. GENRE GARANCE ET SES DÉRIVÉS.

La garance donne avec les différents mordants des nuances variables qui constituent des genres très-intéressants.

Nous étudierons les principaux. Nous distinguerons l'impression en garance et la teinture obtenue par la garancine et le garanceux.

a. *Teinture en garance.*

1. *Rose fond blanc.*—On imprime au rouleau un léger mordant d'alumine, additionné de nitrate de zinc, épaissi à l'amidon et coloré en rouge par un peu d'extrait de Lima. On laisse oxyder le tissu étendu pendant deux à trois jours; on dégomme et on nettoie pour teindre en garance.

Dans certaines fabriques, on a pour habitude d'ajouter un peu de carbonate de potasse à l'eau du bain de teinture, dans le but de saturer l'acide pectique de la garance. Ailleurs, on néglige cette précaution.

La teinture s'effectue dans des cuves pouvant teindre six à huit pièces à la fois; on entre le tissu en garance, en le faisant passer sur le moulinet de la cuve et nouant les deux bouts ensemble; on met le moulinet en mouvement, et les pièces tournent de deux heures et demie à trois heures, afin de présenter toutes les surfaces recouvertes de mordant au bain colorant.

La température à laquelle on entre est de 20°; on monte à 30°

dans la première heure, à 40° dans la seconde et à 45° dans la dernière demi-heure. Il faut bien veiller à ce que, pendant toute la durée du garançage, la température ne s'abaisse pas et monte graduellement; car, dès qu'il y a abaissement de température, il y a perte de matière colorante et mauvaise teinture. Les pièces doivent être d'un rouge bien nourri; le blanc est chargé de matière colorante; mais comme elle n'est pas fixée chimiquement, le savon l'enlève facilement.

Au sortir du garançage, on rince et nettoie les pièces à fond pour leur donner un premier passage au savon, qui s'opère dans des cuves semblables aux cuves à garancer, et exclusivement réservées pour cet usage. La quantité de savon à employer doit être suffisante pour donner une eau bien douce et mousseuse. On entre à 30° et on monte en trois quarts d'heure à 35°. On lève et on nettoie pour donner un deuxième savon pareil au premier, en entrant à 35° et montant en trois quarts d'heure à 45°. On nettoie de nouveau. Alors le blanc commence à se dégager; le rouge, de brun qu'il était avant le savon, devient d'un rouge plus franc, et le mordant se trouve saturé de savon, c'est-à-dire qu'une partie du savon s'est décomposée durant l'opération, en sorte que les acides gras ont formé une combinaison intime avec la laque colorante fixée sur l'étoffe.

On procède alors à l'avivage, qui a pour but de dissoudre la matière fauve de la garance qui s'est fixée sur le mordant en même temps que la matière rouge, et de modifier légèrement celle-ci. L'avivage pour le rose se fait généralement en passant les pièces dans un bain d'acide sulfurique excessivement léger. On y entre les pièces à froid, et lorsqu'elles ont tourné pendant quelques instants, on élève graduellement la température, en observant bien la nuance que prend la couleur; lorsqu'on arrive à un ton rouge orangé pâle, nuance que la pratique peut seule indiquer, on arrête l'opération en faisant couler de l'eau froide dans la cuve et fermant la vapeur, et on lève promptement les pièces pour les nettoyer.

Après l'avivage, on donne un troisième savon dans les mêmes proportions que les deux premiers; on entre à 50° et on pousse promptement au bouillon, qu'on maintient pendant une demi-heure. C'est alors que la nuance rose apparaît. On nettoie de nouveau, et pour donner un plus beau reflet à la nuance on fait bouillir les pièces pendant deux heures en chaudière close ou autoclave dans un bain de savon, auquel on ajoute un peu de cris-

eaux de soude; on nettoie de nouveau à fond et on met sécher à l'air.

Si toutes les opérations ont été bien conduites, on doit avoir un beau rose à reflet bleuté et un blanc parfait.

2. *Violet fond blanc au rouleau.*—On imprime au rouleau un léger mordant de fer épaissi; on laisse oxyder trente à trente-six heures, on dégomme à une température peu élevée, on nettoie à fond et on teint en garance. Lorsqu'on opère dans des eaux chimiquement pures, on ajoute quelquefois un peu de craie à la garance. On entre en garançage à 20° et on élève la température de 5° par quart d'heure jusqu'à 70°; on arrive lentement à 75° et on soutient ce degré pendant une demi-heure; on nettoie et on donne un chlorure de chaux faible à froid pendant un quart d'heure; ceci a pour but de détruire une partie de la matière colorante non combinée à l'étoffe, et qui ternit le blanc. On nettoie au sortir du chlorure, puis on donne un savon, dans lequel on entre à 40°; on en élève la température à 80° en trois quarts d'heure; on nettoie de nouveau pour donner l'avivage qui convient pour le rose; la nuance, au lieu de devenir orangée, acquiert un ton rouille chamois rougeâtre auquel on s'arrête; on nettoie encore et on entre le tissu dans un bain alcalin de chlorure de potasse léger, dans lequel on reste environ un quart d'heure à une température de 25 à 30°. Les pièces reprennent dans ce bain leur beau ton de violet; on nettoie de nouveau, et enfin on donne un passage au savon à 60°, qu'on porte rapidement à l'ébullition et qu'on maintient à ce terme pendant une demi-heure; il ne reste plus qu'à nettoyer et sécher.

Le traitement du violet teint en garance varie à l'infini : on en fait sans avivage à l'acide sulfurique et quelquefois même sans savon, en blanchissant seulement au chlore. D'autres fois, on donne deux savons avant l'avivage, et, pour finir, un passage en chlorure de chaux très-léger et bouillant pendant quelques minutes seulement.

3. *Genre puce.*—Ce genre s'imprime principalement à la main; cependant on le fait aussi au rouleau à trois et quatre couleurs et à la perrotine; mais alors il faut prendre certaines précautions pour que les couleurs tranchent bien, telles que diversité dans l'épaississant des mordants qui peuvent se recouvrir l'un l'autre, prompte dessiccation; il faut aussi découper autant que possible exactement les formes et laisser les couleurs mordre fort peu l'une sur l'autre.

Lorsqu'on opère avec la planche, on imprime d'abord
première main; le lendemain on y met le gros roug
laisse oxyder deux jours avant d'y rentrer le rouge moyen
après deux autres jours d'oxydation, on y rentre le rose.
de colorer diversement ces trois tons de rouge, afin de f
travail des imprimeurs. Lorsque le dessin porte du ca
l'imprime après le gros rouge, afin qu'il ait tout le
s'oxyder jusqu'au dégommage; c'est le violet qui est m
nier lieu, et un à deux jours après l'impression de cett
on dégomme et on nettoie en prenant les précaution
peur teindre en garance.

Le garançage se fait en trois heures; on entre à 20° et
en deux heures et demie à 65°, pour tenir cette tempéra
dant une demi-heure, puis on nettoie à fond. Au sortir d
ture, il faut que les trois rouges soient bien saturés de
colorante, que le gros rouge ait un ton grenat rougeâtre
trois nuances tranchent bien.

Pour dégager le blanc, on donne un premier savon en
40°, et montant à 55° en trois quarts d'heure; on nettoie
donner un second savon en entrant dans le bain à 50°, et
en trois quarts d'heure à 65°; on nettoie de nouveau po
der à l'avivage du rouge, qui se fait toujours au bichlo
tain, dont la composition varie selon les fabriques. Lo
violet accompagne le rouge, on ajoute au bichlorure u
savon, pour attaquer moins vite et ménager le violet. O
d'abord l'eau de la cuve à 25°, on y dissout le savon, p
ajoute le bichlorure d'étain; on entre la pièce et on lai
ration marcher quelques minutes sans élever la tempér
chauffe peu à peu jusqu'à 50°; lorsque le gros rouge
à la nuance rouge orangé, couleur écrevisse, on lève
et on les nettoie. C'est encore la pratique seule qui
quérir le coup d'œil pour l'avivage; il est bien difficile d
le ton de nuance auquel il faut s'arrêter. Durant l'aviva
chlorure d'étain est décomposé, et une partie de l'oxy
formé se combine à la laque colorée, qu'il avive.

Pour finir, on donne un dernier savon en entrant à 60
sant rapidement au bouillon, qu'on entretient pendant
heure, et on nettoie. Si les pièces doivent rester fond bl
donne qu'un léger nettoyage et on les expose quelques
pré, l'envers tourné du côté de la lumière; alors le peu
qui reste sur le tissu se décompose à l'air et à la lumière

[redacted]

ıène de combustion marche rapidement; l'oxygène de l'air de osée brûle la matière colorante attachée au blanc, et en peu ours les pièces sont d'un blanc parfait, tandis que le rouge ıiert encore plus de feu. Il faut veiller attentivement aux es mises sur le pré, car si on les laissait trop longtemps on rait par attaquer le rose et le violet. Il ne reste plus qu'à les ser en eau chaude, les nettoyer et les sécher pour y rentrer les leurs d'enluminage.

orsque les pièces doivent recevoir un mi-fond ou un soubasent en couleur fantaisie, il n'est pas nécessaire qu'elles soient ı blanc aussi parfait; on se borne à les bien nettoyer, les reser en eau chaude pour enlever tout le savon, les nettoyer de veau et les sécher. On y rentre une réserve au citrate de le, qui recouvre les parties du dessin qui doivent être préser- s du soubassement au rouleau qu'on y met après.

es mordants qu'on imprime pour soubassement ou *passe-par-* varient. C'est ordinairement du mordant violet ou du puce de èrentes forces, selon le ton que l'on veut produire. Après avoir ıdu quelques jours les pièces recouvertes du soubassement, es dégomme en craie et bouse à la cuve à roulettes, on les fait ber à l'eau et on les nettoie bien pour les teindre, soit en ıac, galle, quercitron, écorce de grenade, ou dans un mélange es astringents. D'autres fois, on ajoute un peu de garancine au rcitron et au sumac; on teint à basse température jusqu'à la ınce voulue et on nettoie bien. Lorsque le fond s'est un peu rgé de matière colorante et que le blanc n'est pas pur, on le age par un léger passage au son. Quelquefois, on fait virer les ınces obtenues par les corps astringents à l'aide d'un passage ıs une eau légèrement acidulée et tiède.

ouvent, pour ne pas être obligé de teindre les nuances du bassement, on emploie des couleurs fantaisie d'application, on fixe par un passage en craie et bichromate; après avoir toyé on sèche et on rentre les couleurs d'enluminage, qui sont n, jaune et vert vapeur.

ı. *Genre Aladin.*—Ce genre, un des plus jolis qu'on ait faits en lienne, est obtenu au moyen de la *cuve décolorante* sur des étoffes ancées et savonnées.

)n imprime au rouleau les mordants puce et violet foncé en ts ombrés par la gravure; puis, après avoir oxydé l'impression passe en violet clair au rouleau. D'autres fois, on combine des ts ombrés en rose, puce et violet, de manière à laisser peu de

blanc et à former des dessins à peu près unis. Après avoir tei garance et avoir bien savonné pour saturer de savon la laqu lorée et la rendre à peu près inattaquable par le chlore, o prime au rouleau le jaune et le blanc rongeant; le premier, posé d'un mélange d'acides organiques fixes (citrique, tartr oxalique), auquel on ajoute des sels de plomb; le second, con des mêmes acides sans addition de sels. Après l'impression, o cadre les pièces sur une champagne, comme pour la teintu réserve bleu de cuve, et on la plonge pendant quelques mi dans la cuve décolorante.

Cette cuve est une citerne circulaire en pierre de taille maçonnerie, contenant un fort lait de chaux, auquel on a a du chlorure de chaux en quantité suffisante pour produire coloration de la laque colorée sur les parties recouvertes d'a organiques. Le chlore naissant détruit la couleur; l'exc chaux de la cuve, en fixant le chlore devenu libre, et qui ten dégager, circonscrit l'effet décolorant dans les limites de l'im sion.

Aussitôt que le blanc apparaît on retire le cadre, on le p immédiatement dans une cuve d'eau, puis on décroche les p qu'on met tremper à la rivière et qu'on rince simplement.

Dans le passage à la cuve décolorante, on a fixé sur le l'oxyde de plomb en même temps qu'on détruisait la matiè lorante. Pour avoir du jaune, il ne reste qu'à teindre en bi mate de potasse, ce qui produit du chromate de plomb. On et on bat les pièces.

On a donc de cette manière du blanc et du jaune au milie autres couleurs garancées. Si l'opération a été bien con celles-ci ne doivent pas être affaiblies.

Lorsqu'on veut produire du vert et du jaune sur des pièc ont du noir, du puce ou du gros violet, on les foularde dan légère solution de prussiate de potasse avant d'imprimer le geant jaune au sel de plomb. Partout où le rongeant ren l'oxyde de fer du mordant en quantité suffisante pour form bleu de Prusse avec le prussiate de potasse, la couleur ble produit. On cuve en chlore pour décolorer et on teint en mate de potasse. Le jaune de chrome forme du vert avec l de Prusse partout où le dessin renfermait de l'oxyde de fer dis que sur les couleurs rongées en violet clair on a du jaun

5. *Rouge Andrinople ou rouge des Indes.*—Ce rouge, renomm beauté et son extrême solidité, se fait depuis longtemps da

[redacted]

es, d'où il a passé en Perse et dans le Levant. Ce n'est que vers nilieu du dernier siècle que des ouvriers arméniens l'imporınt en Normandie, où l'on ne teignit d'abord que du coton en eveaux. On a trouvé au commencement de ce siècle à Mulhouse noyen de teindre directement les tissus en cette couleur.

l est inutile d'employer du tissu blanc pour cette fabrication; se contente de donner une lessive, de bien nettoyer et de sér, puis on donne les *bains gras* ou *huilages*, qui consistent en émulsion obtenue avec de l'huile tournante, du carbonate de de et une eau chargée de crottin de mouton; le mélange bien me de ces matières a un aspect lactescent; il porte dans les iers le nom de *bain blanc*. On y foularde les pièces; on les ie à la chambre chaude, et après dessiccation, on les étend sur rairie pendant quelques jours, puis de là dans une étuve ıde spéciale, où elles restent quarante-huit heures à une temıture de 65°.

es mêmes pièces reçoivent ainsi de huit à douze bains blancs essifs. Lorsque la saison ne permet pas l'exposition sur le pré, es étend dans la chambre chaude, et on maintient la tempére plus longtemps; cependant, autant qu'on le peut, on doit érer l'exposition à l'air, parce que l'acide carbonique et la ière ont une grande influence sur la fixation du mordant ınique; aussi a-t-on remarqué que la fabrication d'été est tous plus belle que celle d'hiver.

orsque la fibre textile a été suffisamment imprégnée de corps modifiés, il faut la débarrasser de l'excès qui la recouvre. A effet, on met macérer lestoi les dans un léger bain de carbo- de soude, qui met en suspension toutes les parties grasses combinées à la fibre; on exprime, et le liquide qui en découle mis à part sous le nom de *bain blanc vieux*; il est préférable ain blanc récent, parce qu'il est beaucoup plus actif.

près le dégraissage, on procède à l'*engallage*, qui se fait avec décoction de noix de galle ou de sumac, matières astringen- qui donnent plus de corps et de fixité au rouge. On sèche et oularde ensuite en acétate d'alumine; on passe de nouveau, on étend les pièces dans une oxydation, où elles restent pen- quelques jours. Quelquefois, au lieu de foularder en acétate ımine le tissu engallé, on y imprime un mordant d'alumine si; on obtient alors un rouge et un rose, car les parties non ıvertes d'alumine, mais simplement imprégnées du mo nique, se teignent en rose au garançage.

Les pièces, après être suffisamment oxydées, sont dégommées en bouse et bien nettoyées; elles sont prêtes alors à recevoir la teinture. Tout ce qu'on sait de positif sur la nature du corps gras modifié qu'on a fixé sur le tissu, c'est qu'en le redissolvant dans l'alcool et l'évaporant, on obtient un liquide huileux qui se sépare en deux couches, l'une solide, l'autre liquide, et qu'en saponifiant ce liquide visqueux par les bases alcalines puissantes, il ne se forme jamais de glycérine; de plus, en appliquant sur un tissu blanc ce corps gras modifié, on obtient par la teinture en garance les nuances les plus intenses et les plus pures.

La teinture s'opère ordinairement en deux fois, en partageant la proportion de garance, qui est de une à deux fois en poids celle du tissu à teindre; on ajoute au bain, outre un peu de craie, environ le quart du poids de la garance de sang de bœuf. On élève peu à peu la température pour arriver au bouillon en trois heures, on le maintient pendant quelque temps; on nettoie pour donner le second bain de teinture.

Après un parfait nettoyage, on procède à l'avivage, qui se donne dans des chaudières autoclaves avec un mélange de savon et de carbonade de soude; ce dernier sert à enlever l'excès de matière grasse fixée sur le tissu, en même temps qu'une partie de la matière colorante. L'opération dure de douze à dix-huit heures avec une pression de deux atmosphères. On nettoie bien et on donne le second avivage ou *rosage*, qui a pour but de substituer une certaine quantité d'oxyde d'étain à l'alumine, et qui fait acquérir au rouge cette nuance feu qui le distingue de tous les autres rouges. Le bain de rosage se compose de savon, de carbonate de soude et d'une certaine quantité de protochlorure d'étain. On y entre les pièces et on les y fait bouillir comme pour l'avivage précédent. Il ne reste plus qu'à bien nettoyer et sécher.

Malgré tous les soins qu'on a pu prendre, on n'arrive pas toujours à avoir des pièces de nuances bien unies ni du même ton; c'est pourquoi on les choisit: celles qui sont moins nourries ou qui présentent de petites inégalités sont destinées à l'impression; les plus belles sont vendues en uni.

Les couleurs qu'on imprime sur rouge d'Andrinople sont des couleurs rongeantes à la cuve décolorante. Le même principe y domine comme pour le genre *Aladin*, c'est-à-dire qu'on fait un mélange d'acide organique qu'on épaissit; appliqué seul, ce mélange donne du blanc; il donne du jaune quand on y a introduit à l'avance des sels de plomb; du bleu, quand on y a ajouté du

[redacted]

de Prusse en pâte. La cuve décolorante est tenue un peu plus
e en chlorure de chaux que pour le genre Aladin, et on opère
c le plus grand soin. Comme le bleu et le jaune en grandes
sses sont quelquefois d'une réussite difficile, on préfère ronger
lement le blanc, et après l'avoir parfaitement dégagé par quel-
s jours d'exposition sur le pré, on y rentre du jaune, du bleu,
vert et du noir d'application ; on laisse oxyder pendant quel-
s jours et on lave.

b. *Teinture en garancine et garanceux.*

a *garancine*, qui a remplacé en grande partie la garance dans
ateliers d'indiennes, représente environ trois fois le pouvoir
ctorial de cette dernière, et sert pour toutes les nuances.
e *garanceux*, qui est préparé, non avec la garance neuve, mais
c le résidu de la garance qui a déjà servi en teinture, ne re-
sente que le sixième du pouvoir tinctorial de la garancine. Il
seulement employé dans la teinture des fonds puce et rouge ou
te autre nuance, excepté le violet, qu'il ne peut pas donner.
es artic'es auxquels on a surtout applique la garancine sont le
re rouge rongeant avec soubassement violet et le genre fond
e à trois ou quatre couleurs au rouleau.

1. *Rouge rongeant à la garancine.*—On imprime, soit au rouleau,
t à la perrotine, un mordant de fer pour le noir, un mordant
lumine additionné de sel d'étain pour le rouge, un mélange
cétates d'alumine et de fer pour les différents tons de puce, du
hou au sel ammoniac et au vert-de-gris, du jus de citron léger
ur réserver le blanc et un léger mordant de fer pour le violet.
étend les pièces à l'oxydation pendant quelques jours, puis on
net un soubassement au rouleau en violet, et on laisse oxyder
nouveau pendant vingt quatre heures.
Dans tous les cas, on dégomme, on nettoie avec les précautions
à indiquées et on teint en garancine. La teinture se conduit à
u près comme pour le garançage ordinaire.
a garancine offre l'avantage de ne pas charger le blanc
ant la teinture ; il suffit de bien nettoyer les pièces et de leur
ner un passage en eau chaude pour dégager le blanc.

. *Genre fond puce à la garancine.* — On opère avec les mêmes
dants. Comme couleurs d'enluminage, on emploie le violet
nordant de fer léger, le rouge en acétate d'alumine avec un
de sel d'étain, le cachou aux sels de cuivre, le tour
n obtient en coupant le cachou à l'eau de gomme

ajoutant un peu de pyrolignite de fer, et quelquefois un mordant de chrome, qui donne une couleur fantaisie. On laisse les pièces s'oxyder pendant trois à quatre jours, on dégomme avec soin, on nettoie bien et on teint en garancine comme précédemment, en veillant à bien nourrir les mordants de matière colorante; on nettoie et on sèche.

Pour dégager le blanc, on a recours à un passage léger en chlorure de chaux ou de soude qu'on donne au foulard muni d'un rouleau gravé au fond mat. Les pièces, au sortir du foulard, entrent dans une caisse munie de roulettes, sur lesquelles elles font trois à quatre tours. L'action du chlore est secondée par un jet de vapeur qu'on fait entrer dans la caisse; elles tombent de là dans la rivière, où elles sont bien nettoyées. Le blanc est alors parfait; il ne reste plus qu'à sécher promptement.

Les couleurs fournies par la garancine ne peuvent point être savonnées comme celles données par la garance, aussi sont-elles moins solides; elles ont néanmoins assez de solidité pour être classées parmi les articles bon teint. La modicité de leur prix, la promptitude avec laquelle on produit ces genres, expliquent leur adoption générale depuis une quinzaine d'années.

3. *Lapis en garancine.*—On a simplifié le genre lapis en substituant la garancine à la garance. Voici comment on procède.

On imprime la première main en blanc rongeant-réserve composé de jus de citron et de sels de cuivre; on fait tomber sur cette impression le rouge composé d'acétate d'alumine et de sels de cuivre, et quelquefois aussi le noir au pyrolignite de fer et sels de cuivre. Le cachou est rendu réserve par le bichlorure de mercure. On laisse oxyder pendant plusieurs jours et on teint en bleu de cuve dans une cuve forte et fraîche, assez riche en chaux. L'immersion en cuve d'inde ne doit durer qu'une à deux minutes. On laisse déverdir à l'air, on rince dans une seconde cuve à eau et on nettoie. Pour enlever les corps résistants ajoutés aux mordants, on dégomme en son additionné d'un peu de vinaigre, on nettoie, on dégomme une seconde fois en son seul, on nettoie de nouveau et on teint en garancine.

Si l'opération est bien conduite, le blanc est assez pur. Dans le cas contraire, on passe en son, on nettoie et on sèche pour rentrer les couleurs d'enluminage, qui sont le rose et le jaune d'application. Ces couleurs tombent tantôt sur le blanc, où elles apparaissent dans leur nuance propre, tantôt sur le rouge ou le bleu, avec lesquels elles forment violet et vert. Après avoir laissé oxyder les

couleurs d'application, on donne quelquefois un passage en eau de craie pour rehausser le jaune, puis on nettoie et on sèche.

4. *Meubles fond chamois rongé blanc avec couleurs de conversion.* — Ce genre s'exécute plus facilement en garancine qu'en garance. A Rouen, c'est un article de grande fabrication.

On imprime au rouleau ou à la planche plate les dessins, personnages ou ornements, qui sont surtout adoptés pour ce genre; le mordant est l'acétate d'alumine additionné d'un peu de sel d'étain. On oxyde, on dégomme et on teint, en ajoutant à la garancine un peu de sumac; on nettoie, et pour dégorger le blanc on passe en savon faible.

Le fond chamois s'obtient en foulardant en chamois uni, séchant à la *hotteflue* et laissant oxyder pendant une nuit. Le lendemain, on y imprime le rongeant blanc sur rouge, qui est fait au jus de citron avec un peu de sel d'étain; on passe en craie bouillante vingt-quatre heures après, on nettoie, on donne un léger chlorure de soude. Les parties de l'impression rouge recouvertes de chamois deviennent puce, par suite de la réaction du tannin sur l'oxyde de fer du chamois, tandis que celles qui ont été attaquées par le rongeant qui a fourni de l'oxyde d'étain au rouge apparaissent dans leur éclat primitif.

Pour convertir le rouge en violet, on se sert du même mordant chamois, mais le rongeant consiste en acide oxalique mêlé d'un peu d'acide nitrique. On dégomme le lendemain de l'impression du rongeant dans une eau rendue légèrement alcaline par le carbonate de soude; on y passe les pièces au bouillon, on les fait ensuite tremper à la rivière pendant quelque temps, on nettoie et on donne un léger chlorure de soude. Il y a substitution de l'oxyde de fer à l'alumine fixée primitivement sur le tissu.

Lorsqu'on veut avoir un fond gris, on rentre à la main une couleur vapeur composée d'un peu de bois jaune, de fustet et de campêche, auxquels on ajoute de l'acide pyroligneux et du pyrolignite de fer. On fixe à la vapeur pendant trois quarts d'heure et on lave. Les parties du dessin non recouvertes par le fond restent rouges et blanches, tandis que le rouge recouvert de gris devient puce.

5. *Violet à l'alizarine.* — L'alizarine commerciale est le produit qu'on obtient en soumettant la fleur de garance à la vapeur sous une pression de cinq atmosphères. Son pouvoir coloran[t] à quatre fois plus fort que celui de la garance. Jusqu[...] on n'est point parvenu à obtenir de beaux rouge et

cette matière, mais elle fournit des violets de toute beauté, ainsi que du noir; aussi son emploi est-il restreint à ces deux nuances.

Les mordants violets doivent être d'un tiers moins forts que pour la teinture garance. Le traitement des pièces jusqu'à la teinture est le même. Pour teindre, on entre à 20°, on monte en deux heures au bouillon, soit 10° par quart d'heure. Arrivé à l'ébullition, on lève les pièces et on les nettoie. Le nettoyage doit durer moitié plus longtemps que pour la garance, à cause de la ténuité de la poudre, qu'on a bien de la peine à faire sortir d'entre les mailles de la toile.

Pour achever de blanchir, on passe les pièces dans un léger chlorure de chaux au bouillon pendant quelques minutes, et on nettoie. On peut aussi chlorer à la vapeur comme pour la garancine.

La solidité des couleurs à l'alizarine n'est pas plus grande que celle des nuances à la garancine; aussi on préfère les violets savonnés.

III. COULEURS DE PETIT TEINT AU BOIS.

1. *Campêche.*—Ce bois, employé à l'état de poudre, sert principalement pour avoir le noir dans le genre *deuil*.

Le genre deuil rongeant se fait en foulardant les pièces dans un mordant composé d'acétate de fer et d'alumine; on sèche à la hotteflue ou chambre chaude et on laisse oxyder pendant un jour. On ronge en blanc avec jus de citron et sulfate acide de potasse, et après trois jours d'oxydation, on dégomme en bouse et craie, à grande vitesse; on nettoie et on teint.

La teinture se fait en ajoutant un peu de gélatine et une petite quantité de quercitron et de sumac, afin de conserver le blanc. La proportion du campêche varie avec la force des mordants. On entre dans le bain à 20° et on monte en une heure et demie au bouillon, qu'on soutient pendant un quart d'heure. On nettoie ensuite et on sèche.

Quand on veut avoir en même temps noir, blanc et violet, on foularde dans un mordant plus riche en alumine et ne contenant que peu de fer; on ronge le blanc comme ci-dessus; pour obtenir le violet, on ajoute un peu de sel d'étain à un rongeant faible au jus de citron. On dégomme et on teint comme ci-dessus. Il y a là substitution d'un peu d'oxyde d'étain sur le tissu au fer et à l'alumine qui se dissolvent.

Pour l'article *mi-deuil*, on foularde dans un très-léger mordant

de fer, additionné quelquefois d'un peu d'acétate d'alumine; on rafraîchit les pièces pour qu'elles soient un peu humides; on imprime un mordant puce et un rongeant blanc faible, on laisse oxyder pendant quelques jours, on dégomme et on teint comme ci-dessus. On a gris, noir et blanc.

2. *Lima.*—Ce bois, comme tous les autres bois rouges, est employé à l'état de poudre. Il donne la teinte groseille avec le mordant d'alumine.

Lorsqu'on veut avoir amarante ou groseille sur fond noir ou puce préalablement teint, on foularde en acétate d'alumine, on laisse oxyder pendant quelques jours, on dégomme en son et craie, on nettoie et on entre en teinture à 20°. Quelquefois, selon la nuance que l'on veut produire, on se sert d'un mélange de Lima, de Japon et de Sainte-Marthe. On élève la température du bain à 65° en une heure et demie; on lève à la nuance voulue, on nettoie et on apprête.

L'article *Dahlia* ou *Violette de Parme* rongé blanc se fait en foulardant en acétate d'alumine, oxydant une journée pour ronger blanc le lendemain et dégommant après deux autres jours d'oxydation. La teinture se fait dans un mélange de lima et de campêche, selon la nuance que l'on veut obtenir; on entre à 20° et on monte en une heure et demie à 65°. On nettoie et on sèche.

Lorsqu'on veut du puce ou du grenat avec rongeant blanc, on foularde des mordants de puce de différents degrés avec plus ou moins d'alumine et de fer, selon la nuance que l'on désire; on laisse oxyder une nuit; le lendemain on ronge comme pour le noir; on laisse oxyder encore deux jours, on dégomme, on nettoie et on teint dans un mélange de lima, de quercitron et de sumac, dont les proportions relatives varient selon les nuances à obtenir. On ajoute toujours un peu de gélatine au bain de teinture, qu'on pousse en deux heures de 20° à 70 ou 80°; on le maintient un quart d'heure à cette dernière température, puis on lève et on nettoie. Quelquefois, pour dégager le blanc, on donne un passage en eau chaude ou en son, suivi d'un nettoyage, et on sèche rapidement.

Parfois, on teint dans un mélange de bois les mêmes genres qu'on fait en garancine. Dans ce cas, il faut qu'il n'y ait point de violet dans les dessins. Les mêmes mordants servent, et on prend les mêmes précautions pour l'oxydation, le dégomm
teinture, en ajoutant de la gélatine au bain. Les nu
obtient par ce moyen sont faciles à distinguer de celles

la garancine pure; elles ont un ton particulier que le simple coup d'œil fait reconnaître.

Les teintures aux bois ont fort peu de solidité. Quelques jours d'exposition à l'air font tomber ces nuances; un passage au savon faible les dégrade complétement.

IV. MATIÈRES COLORANTES ORGANIQUES FIXÉES DIRECTEMENT AU TISSU.

1. *Cachou.*—C'est le suc épaissi du *nauclea gambis*: les Indiens l'emploient depuis longues années pour obtenir une couleur brune par la superposition de sa matière colorante sur le bleu de cuve. Son introduction dans la fabrication des indiennes en Europe ne date que du commencement du siècle, et ce n'est guère que depuis 1835 qu'on a su en faire un usage raisonné.

Il y a dans le cachou deux principes distincts: une matière colorante jaune se fixant par le concours du mordant, et une substance plus ou moins analogue au tannin, la *catéchine*, qui, en s'oxydant, devient insoluble et d'une couleur brune, dite *nuance cachou*.

Si donc l'on fait une dissolution de cachou dans le vinaigre, qu'on l'épaississe convenablement et qu'après l'impression on l'expose pendant une dizaine de jours dans un endroit chaud et humide, le cachou s'oxyde, et, à mesure qu'il subit cette modification, il acquiert une combinaison tellement intense avec le tissu que peu de couleurs peuvent lui être comparées sous ce rapport. On accélère cette oxydation en ajoutant à la dissolution du cachou du sel ammoniac et un sel de cuivre, l'un pour rendre la couleur hygrométrique, l'autre pour céder peu à peu de l'oxygène à la matière colorante.

D'autres fois, au lieu de se borner à laisser la dissolution du cachou simplement épaissie s'oxyder à l'air, on passe le tissu imprimé dans un bain léger de bichromate de potasse, dont l'acide, en fournissant de l'oxygène au cachou, transforme la catéchine en acides *rubinique* et *japonique*. Ceux-ci, en s'unissant à l'oxyde de chrome provenant de la désoxygénation de l'acide chromique, constituent de véritables laques colorées sur le tissu.

D'autres fois, après l'exposition à l'air des impressions, on passe en lait de chaux, qui agit comme la plupart des matières astringentes (acides gallique, tannique, hématine), en déterminant l'absorption de l'oxygène de l'air.

On arrive au même résultat en soumettant les impressions ca-

[redacted]

›u à l'action de la vapeur d'eau : il y a absorption de l'oxygène :e et fixation de la matière astringente modifiée.

ıbstraction faite du temps nécessaire pour parvenir à former à fixer cette couleur, on peut dire qu'il n'est besoin que d'en prégner le tissu et de le laisser s'oxyder à l'air. Lorsqu'on veut ›duire l'effet immédiatement, il faut savoir choisir la substance i en amènera le plus promptement l'oxydation, soit en l'intro-isant directement dans la couleur, soit que la couleur appli-ıée sur l'étoffe soit ultérieurement oxydée.

Pour réserver les impressions cachou, on emploie ou le tartrate chrome, liquide poisseux, qu'on épaissit à la terre de pipe et à .midon grillé, ou plus souvent le citrate de soude, qui résiste ıssi bien et se dégorge plus facilement. Les tissus imprimés en serve suivent le traitement ordinaire.

Jusqu'à présent, on n'est point parvenu à ronger des fonds ca-ou unis d'une manière satisfaisante, ce qui est une preuve à ppui de la grande solidité de cette matière colorante.

Le cachou est employé comme couleur réserve dans les genres ıu de cuve. On additionne alors le bain de cachou, outre le sel moniac, d'un peu de bichlorure de mercure, on l'imprime, ıprès l'avoir laissé s'oxyder à l'air chaud et humide, on teint en u. C'est dans le genre *lapis* surtout, avec noir, rouge et blanc, on obtient de beaux effets de dessins, enrichis par le jaune et le ɜ d'enluminage. Le cachou sert encore à produire de jolis ts avec les genres garancés à deux et trois rouges, en suivant t le traitement du garançage et de l'avivage. Mais c'est princi-ɜment dans la teinture en garancine qu'il est utilisé, autant ır donner sa propre nuance que pour fournir des *gris* et des ınces *tourterelles;* on additionne la couleur d'une très-petite ɲtité d'acétates de fer, d'alumine ou de manganèse.

ın l'emploie encore pour donner plus de fixité à certains noirs ɔplication. Avec sa solution alcaline, on parvient à convertir chamois en un très-beau cachou.

ette matière tinctoriale est devenue de nos jours d'un emploi éral; il serait presque impossible de la remplacer, en raison tout du bas prix auquel le commerce la livre.

. *Curcuma.*—Cette matière tinctoriale n'a donné naissance à un genre spécial; mais elle est souvent employée pour modi- et rehausser d'autres couleurs. Dans les genres vapeur et ›plication, on s'en sert à l'état d'extrait alcoolique, qu'on ıte à certaines couleurs.

Son principal emploi est dans la fabrication des mouchoirs, où il sert à produire une légère teinte jaunâtre sur le blanc, en imitation de la teinte des foulards de soie.

Son application est facile : on le dissout à l'ébullition dans un léger bain alcalin, et on verse cette dissolution dans la cuve à teindre, dont on a légèrement acidulé l'eau avec de l'acide acétique, en quantité convenable pour saturer l'alcali de la solution de curcuma ; on y plonge aussitôt le tissu, qu'on y manœuvre le temps nécessaire à la production de la nuance désirée. L'affinité de cette matière colorante pour le tissu est assez grande pour produire sans mordant de belles teintes vives, qui néanmoins ne sont pas d'une grande solidité.

On arrive au même résultat avec une forte teinture alcoolique de curcuma : on la verse dans la cuve de teinture ; la matière colorante s'isole dans un très-grand état de division et reste en suspension au sein de l'eau ; on manœuvre la pièce comme précédemment.

3. *Rocou.*—Comme le curcuma, le rocou n'a donné lieu à aucun genre spécial. Il est employé pour faire des fonds unis avec impressions noires ; d'autres fois, il sert comme couleur vapeur ou d'application.

L'insolubilité dans l'eau de la matière colorante résineuse du rocou oblige à se servir d'un liquide alcalin pour faire les bains de teinture.

Pour teindre en fond orange, on procède ordinairement par la teinture au baquet et au large, c'est-à-dire que chaque pièce est manœuvrée isolément dans le bain en l'empêchant de couler durant l'opération. Le baquet est monté à l'eau froide, à laquelle on ajoute la quantité nécessaire de solution alcaline de rocou, et on tourne la pièce dans ce bain jusqu'à la nuance voulue. Pour rehausser le ton et donner plus de vivacité, on passe quelquefois au large et à la cuve à roulettes dans une dissolution légère de protochlorure d'étain acide, ou parfois dans une dissolution faible d'alun.

Souvent, au lieu de teindre les fonds unis on épaissit légèrement la solution de rocou, on matte au foulard, on sèche à la hotteflue pour fixer la matière colorante par un vaporisage, et on l'avive par un passage au sel d'étain acide faible ; on fait tomber à la rivière, on nettoie et on sèche.

La solubilité du rocou dans les liqueurs alcalines a donné lieu à son emploi comme couleur réserve sous bleu de Prusse vapeur.

[redacted]

On imprime le bain alcalin épaissi en même temps que les autres couleurs, telles que noir, blanc et jaune; on recouvre par une impression ou plu ôt un mattage au rouleau en bleu vapeur au prussiate, et on soumet au vaporisage. Le prussiate de fer et d'étain, qui constitue le bleu vapeur, est ramené à l'état de prussiate jaune qui s'en va au lavage, et on obtient ainsi une impression orange rocou sous fond bleu.

4. *Carthame.*—C'est vers le commencement de ce siècle que le carthame a surtout été employé dans l'impression, principalement pour faire ces beaux fonds roses si frais sur le genre *lapis*, dont il convertit le bleu en gorge de pigeon et teint les blancs en rose.

Pour teindre en rose uni, on lave à l'eau courante les fleurs du carthame renfermées dans un sac de toile; on comprime, afin d'en faire sortir toute la matière colorante jaune, et lorsque celle-ci ne se teint plus, on exprime les fleurs et on verse dessus une solution de carbonate de soude, qui ne doit jamais dépasser en poids celui du carthame sec employé. On laisse macérer pendant quelques instants et on exprime à travers un linge. La solution alcaline est aussitôt versée dans le bain de teinture, auquel on ajoute, soit du vinaigre, soit du jus de citron, jusqu'à ce que tout le carbonate de soude soit saturé et que le bain devienne franchement acide. L'acide carbonique se dégage, et le bain, d'orange rougeâtre qu'il était, devient d'un rouge rose vif; arrivé à ce point, on ajoute encore un léger excès d'acide, qui est destiné à remplacer un avivage ultérieur, qu'on ne donne que lorsqu'on a opéré dans un bain exactement saturé, mais neutre. Dans ce liquide légèrement acide, on plonge immédiatement le tissu à teindre, et on l'y manœuvre au large et à froid jusqu'à ce qu'on ait atteint la nuance cherchée; on rince à la rivière, on essore et on sèche le plus promptement possible à l'abri de la lumière solaire, attendu que le ton si frais du carthame est d'une excessive fugacité.

Sur les fonds roses unis qu'on fait sur blanc, on réalise des impressions enlevage, soit par les alcalis, soit par l'hypochlorite de chaux. Le mieux est d'employer ensemble ces deux agents, en prenant, par exemple, un fort lait de chaux, auquel on ajoute un peu de chlorure de chaux; on épaissit, on imprime au rouleau, on étend pendant quelques heures. L'action destructive des agents s'exerce aussitôt; la chaux, qui est en grand excès, [illegible] les [illegible] anations du chlore, qui pourraient nuire à la fraîcheur du fond. — Il ne reste qu'à mettre soigneusement au large

à la rivière, laisser tremper pour enlever l'épaississant, qui est d'une grande solubilité, et laver sans trop fatiguer le tissu.

Malgré tous les soins qu'on prend, la nuance du fond diminue toujours un peu d'intensité; aussi est-on dans l'usage de donner aux pièces qu'on veut ronger blanc une couleur unie plus foncée que celle qu'elles doivent garder.

V. COULEURS VAPEUR ET D'APPLICATION.

1. *Couleurs vapeur*.—On donne ce nom aux couleurs qu'on fixe sur le tissu, non par la teinture, mais par une simple exposition à la vapeur. C'est ce qu'on pourrait appeler une *teinture sèche*.

Voici le principe sur lequel repose l'application des couleurs vapeur. Former une laque colorée, la tenir en dissolution par un acide volatil, épaissir la couleur, l'imprimer et la soumettre à l'action de la vapeur pour chasser l'acide volatil, oxyder la laque et la fixer au tissu. Ceci s'effectue pour la couleur vapeur obtenue par les décoctions des matières tinctoriales organiques. Pour le bleu on forme un double cyanure de fer et d'étain, que le vaporisage fixe à l'état naissant sur le tissu.

Une couleur vapeur doit contenir un sel hygrométrique, pour entretenir l'épaississant dans un état convenable de mollesse, et condenser la quantité de vapeur nécessaire à la dissolution et à la combinaison intime de la laque avec la fibre textile. S'il y a trop de ce sel hygrométrique, il y a coulage et déformation du dessin; s'il n'y en a pas assez, on s'expose à avoir des places mal fixées et inégales de nuance.

Les sels et les acides qu'on emploie pour les couleurs vapeur ne doivent pas être corrosifs, sans quoi ils détruiraient la fibre végétale à la haute température à laquelle on les soumet. Cependant, parfois on est obligé d'avoir recours à un sel dont l'acide est corrosif; mais alors on a soin de n'en mettre que la quantité strictement nécessaire pour favoriser l'oxydation de la laque.

Les épaississants employés doivent être, autant que possible, incolores pour les couleurs tendres et faciles à enlever par les lavages.

Les couleurs faites avec les décoctions végétales sont d'autant plus belles que celles-ci sont exemptes de matières résineuses, c'est-à-dire qu'elles sont bien reposées, claires et anciennement préparées. Alors elles sont déjà partiellement oxydées, et le vaporisage ne fait que compléter l'oxydation. Pour le bleu, c'est tout le contraire, c'est la couleur la plus récente qui donne le meilleur

résultat; le bleu n'a de solidité et d'éclat que lorsque le cyanure de fer s'oxyde et se produit sur la fibre même, car lorsqu'il est déjà à moitié oxydé lors de l'impression, il n'a plus autant d'affinité pour le tissu.

Le vaporisage s'opère, soit à la cuve, soit à la colonne, selon les genres. Lorsque des couleurs acides sont rentrées sur des étoffes déjà teintes, et qu'on peut craindre qu'il y ait redissolution de la matière colorante et réapplicage, on accompagne la pièce d'un doublier. En fixant à la cuve, on a soin de changer les pièces de place pendant l'opération, afin de faciliter le vaporisage; un mécanisme adapté aux rouleaux de suspension les met en mouvement et présente alternativement tout le tour de la *poche*, qui est formée par la pièce enroulée sur elle-même. Il faut éviter soigneusement les courants de vapeur, et pour cela garnir toute la cuve de pièces, pour que la vapeur soit forcée de pénétrer à travers la masse du tissu et ne puisse s'échapper par un côté non garni; autrement, il y aurait des pièces inégalement fixées. Avant d'entrer les pièces dans la cuve, on échauffe les parois de celle-ci par un courant de vapeur, et on purge bien d'eau le tuyau de vapeur. Pendant l'opération, il faut éviter la condensation provenant du refroidissement des parois, surtout si la cuve est en métal. A cette fin, on les entoure de corps mauvais conducteurs de la chaleur. On met également sur la cuve des couvertures de laine pour empêcher la condensation et l'infiltration de l'eau condensée; un simple couvercle en bois est posé sur la cuve, mais non fixé, afin que l'excès de vapeur se dégage librement, sans pression.

La vapeur qu'on fait arriver dans l'appareil doit être amenée graduellement, afin de ramollir d'abord l'épaississant. On doit mettre environ cinq minutes pour ouvrir le robinet au point où il doit rester pendant la durée de l'opération; on ne donne ni trop ni trop peu de vapeur, juste ce qu'il faut pour remplacer celle qui sort de l'appareil. La pression de vapeur sous laquelle on agit doit être peu élevée; quelquefois on la détend préalablement dans un appareil spécial; d'autres fois on se borne à la faire barbotter dans 32 centimètres d'eau placée au fond de la cuve même.

L'état hygrométrique des pièces avant le fixage est encore un point utile à conserver. On doit les rafraîchir quelque temps, au sortir de l'impression, dans une étuve humide, afin que l'épaississant puisse mieux absorber la vapeur pendant le fixage.

C'est la composition des couleurs et la nature de l'épaississant qui font adopter de préférence l'une ou l'autre marche à suivre pour le vaporisage.

Au sortir du fixage, les pièces sont étendues vingt-quatre heures dans une chambre chaude et humide, pour achever l'oxydation que le fixage a produite. De là, on les met tremper à la rivière pendant un temps d'autant plus long qu'elles sont plus chargées d'impressions; on les nettoie au moulinet, machine à laver qui fatigue moins les couleurs vapeur, et dès que l'eau qui en sort par une légère pression à la main n'est plus colorée, on les essore à l'hydro-extracteur et on les sèche rapidement.

Quelquefois, lorsqu'on a des genres fond bleu de France ou fond gros vert, et qu'on veut hâter l'oxydation de ces nuances après le fixage et obtenir de suite des tons plus foncés, on les passe dans une cuve à roulettes contenant une dissolution de chromate neutre de potasse ou un mélange de bichromate de potasse et d'alun, puis on les fait tomber à la rivière pour les nettoyer comme ci-dessus.

Les premiers essais de couleur vapeur ont été faits sur toiles huilées et mordancées en alumine, comme pour la teinture en rouge d'Andrinople; on imprimait simplement les couleurs épaissies pour le rouge, le rose, le jaune, le violet; pour le vert, on ajoutait de la graine de Perse au bleu vapeur; le noir était du campêche à l'acétate de fer. On fixait le tout par la vapeur. Les résultats qu'on obtenait étaient fort beaux et les couleurs étaient plus solides que celles qu'on fait de nos jours. Il n'y avait que le blanc qui laissât à désirer, aussi ne faisait-on généralement que des genres à fond; mais comme cette fabrication était fort dispendieuse, on n'a point tardé à l'abandonner.

Plus tard, on imprima les décoctions colorantes épaissies sur des tissus mordancés en acétate d'alumine oxydée pendant quelques jours et dégommée en eau de craie. On vaporisait ensuite. On obtint d'assez bons résultats, mais un inconvénient grave a fait abandonner cette méthode. Il arrivait fréquemment qu'au bout de quelque temps des pièces emmagasinées et parfaitement réussies éprouvaient un coulage, les couleurs se confondaient et le blanc se salissait, sans que les pièces aient été exposées à l'humidité.

Depuis une quinzaine d'années, on se sert de l'oxyde d'étain comme mordant, surtout pour le bleu de Prusse et le gros vert. On précipite cet oxyde sur le tissu, soit au moyen du bichlorure d'étain seul, suivi d'un simple lavage, soit au moyen du stannate

[redacted]

oude, qu'on passe ensuite en acide sulfurique faible, soit par
ulfomuriate d'étain acide. On nettoie bien et on imprime sur
issu, tandis qu'il est récemment préparé.

es couleurs vapeur sont vives et belles, mais n'ont point la
lité des couleurs grand teint; aussi sont-elles classées dans
ouleurs petit teint.

n peut encore ranger dans la catégorie des couleurs vapeur
es qu'on obtient en incorporant les oxydes métalliques colo-
les ocres, le noir de fumée, le bleu d'outremer et les laques
rées dans une dissolution d'albumine, de gluten ou de caséum,
u'on fixe en coagulant ces épaississants par la vapeur. Il se
ne un vernis transparent qui tient les poudres englobées et
s une union assez intime avec la fibre pour qu'elles résistent
avon bouillant.

Couleurs d'application.—On appelle ainsi celles qui ne sont
es ni par la teinture ni par la vapeur, mais simplement appli-
es sur le tissu. Ce sont des laques colorées qu'on forme dans
aississant et qu'on laisse oxyder sur le tissu par une simple
osition à l'air. D'autres fois, ce sont des sels insolubles formés
ncorporés dans l'épaississant, tels que le jaune de chrome et le
de Prusse. L'épaississant qu'on emploie doit donner peu de
eur à l'étoffe et s'enlever facilement par le lavage.

es sels qui forment les laques colorées peuvent être employés
lus fortes proportions que pour les couleurs vapeur, et n'ont
besoin d'être à acide volatil.

e même principe régit la fixation des laques colorées d'appli-
on que celui des laques vapeur. On dépose sur la toile une
e formée dans l'épaississant et additionnée de sels hygromé-
ues et oxydants, on en recouvre la fibre et on expose la toile
ir chaud et humide. La matière colorante absorbe de l'oxy-
e, la couleur se fonce, et lorsqu'elle est arrivée au point désiré,
fait tremper la toile dans l'eau, on la lave légèrement et on
sécher le plus rapidement possible.

ertaines précautions doivent être prises lors du lavage et du
age de ces couleurs. Si on ne lave pas assez, le tissu reste
le et le blanc se salit facilement au séchage. Si on lave trop,
appauvrit la couleur.

'épaississant le plus employé est l'amidon pour les couleurs
cées et la gomme adragante pour les couleurs claires.

GIRARDIN (de l'Institut.).

VERRES ET ÉMAUX.

On distingue plusieurs espèces de verres, eu égard à leur mode de fabrication, à leurs usages et à leur composition.

Le *verre de Bohême*, qui sert en Allemagne à fabriquer la gobeleterie fine et la gobeleterie commune, est un silicate à base de potasse et de chaux. Il renferme, en outre, comme toutes les autres sortes de verre, une petite quantité d'alumine et d'oxyde de fer empruntée soit au creuset dans lequel il a été fondu, soit aux matières plus ou moins purifiées qu'on a employées pour le produire.

Dans notre *verre à gobeleterie*, la potasse est remplacée par la soude, dont le prix est moins élevé.

Le *verre à vitres* est pareillement formé de silicates à base de soude et de chaux.

Il en est de même du *verre à glaces*.

Le *verre à bouteilles* contient, avec la silice, de la soude ou de la potasse, de la chaux, de l'alumine et de l'oxyde de fer.

Le *cristal* est un verre à base d'oxyde de plomb et de potasse. En Allemagne, on désigne toutefois sous ce nom le verre de Bohême servant à fabriquer la gobeleterie de luxe.

Le *flint-glass*, sorte de verre dense pour l'optique, et le *strass*, qui sert à imiter le diamant et les pierres précieuses, renferment, dans des proportions différentes, les mêmes éléments que le cristal.

Les *émaux* renferment en outre de l'oxyde d'étain ou de l'acide arsénieux, qui leur donnent l'opacité qui les distingue des autres sortes de verres.

Les *verres colorés* empruntent leur coloration, qu'on peut varier à l'infini, à divers oxydes métalliques, à quelques métaux, au charbon ou au soufre.

Les verres, quelle que soit leur nature, ont tous un élément commun, la silice. La proportion de ce corps varie entre 80 et 30 pour 100 de leur poids.

* Cet article est extrait, sauf quelques additions, d'un mémoire plus étendu, publié par M. Peligot, dans les *Annales du Conservatoire des arts et métiers*. (Janvier 1862.)

On sait que, par la voie sèche, la silice se combine avec toutes les bases : celles qui sont fusibles lui communiquent la propriété de donner des composés fusibles, vitreux, d'autant plus fusibles que la base est en proportion plus considérable. Tels sont les silicates de potasse, de soude, de plomb. Les bases infusibles, comme la chaux, la magnésie, l'alumine, donnent des silicates infusibles ; mais ceux-ci, mélangés avec les silicates de potasse, de soude ou de plomb, fournissent des produits qui fondent aux températures qui conviennent le mieux pour le travail du verrier : ce sont ces mélanges qui constituent les verres proprement dits.

Ces propriétés des silicates ont pour le verrier une grande importance ; elles lui montrent la nécessité d'introduire plusieurs bases dans sa *composition*. On désigne sous ce nom le mélange des matières premières qui servent à faire le verre. Elles font voir que, pour produire un verre à aussi bon marché que possible, exigeant le moins de combustible, comme le verre à bouteilles, il convient d'associer un grand nombre de bases, la potasse, la soude, la chaux, la magnésie, l'alumine et l'oxyde de fer.

Fondus à la température du rouge blanc, les silicates multiples qui donnent naissance aux verres, tout en offrant une grande dureté quand ils sont refroidis, acquièrent au rouge cerise, par un abaissement de température gradué, une très-grande plasticité : de l'état liquide, ils passent à l'état solide en prenant tous les degrés intermédiaires de mollesse. Aussi, de même que la cire sous la main du modeleur, le verre reçoit et conserve toutes les formes qu'on lui donne. Par le soufflage, on en fait des cylindres, des ballons, des objets de gobeleterie de toute nature ; le laminage le transforme en feuilles qui servent à faire les glaces ; on le met au moule pour fabriquer les bouteilles ; on en fait des tubes qui, ramollis à la lampe d'émailleur, donnent des fils d'une finesse extrême, qu'on travaille comme le lin et la soie, et dont on a fait des aigrettes, de brillants tissus et même des perruques.

PROPRIÉTÉS GÉNÉRALES DU VERRE.

Avant d'entrer dans les détails de la fabrication des différents verres, nous étudierons leurs propriétés générales, et particulièrement l'action que la chaleur, l'eau et les agents chimiques exercent sur eux.

On recherche dans le verre, comme qualités essentielles, la

transparence, une parfaite limpidité, et l'absence de toute coloration pour le verre blanc. Ceux qui proviennent d'une bonne fabrication résistent, en outre, à l'humidité, à l'eau froide, à l'eau bouillante, aux acides (sauf à l'acide fluorhydrique), aux dissolutions alcalines. L'expérience, d'accord avec la théorie, démontre que les verres les plus durs, les moins fusibles, ceux qui, par conséquent, contiennent le plus de silice et le moins de fondants alcalins, remplissent le mieux ces diverses conditions. Malheureusement leur prix de revient est en raison directe de leur qualité, car leur fusion et leur travail exigent une plus grande quantité de combustible.

Dévitrification.

Tous les verres sont fusibles entre la température du rouge clair et celle du rouge blanc. Ils se transforment en un produit homogène, transparent, d'autant plus liquide que la température est plus élevée, devenant pâteux par un abaissement de température, puis dur et cassant quand il est refroidi.

Parfois le verre, maintenu longtemps à une température élevée, change d'état; il perd sa transparence, il devient opaque. Il subit cette transformation tout en conservant la forme qu'il a reçue. Ce curieux phénomène est connu sous le nom de *dévitrification*.

Il a été étudié, en 1727, par Réaumur; de là le nom de *porcelaine de Réaumur*, qu'on a donné au verre dévitrifié.

A diverses époques, on a vainement cherché à introduire dans l'industrie des objets en verre dévitrifié; il est difficile, en effet, de ne pas déformer les pièces qu'on soumet ainsi à l'action d'une température élevée longtemps prolongée. Cette opération entraîne d'ailleurs une grande dépense de combustible.

On avait d'abord pensé que cette transformation était due à la formation de silicates définis, se produisant au sein de la masse vitreuse. Mais M. Pelouze a établi que le verre dévitrifié offre exactement la même composition que le verre transparent qui lui a donné naissance.

Trempe et recuit du verre.—Le verre, étant un corps à la fois mauvais conducteur de la chaleur et très-fragile, éclate immédiatement quand, étant chaud, on le soumet à un brusque refroidissement. Tous les objets en verre, quel que soit leur mode de fabrication, étant toujours le résultat d'un travail très-rapide, et étant soumis à un refroidissement brusque par l'air ambiant,

[redacted]

ont tellement cassants, qu'ils ne seraient propres à aucun usage i l'on ne corrigeait ce défaut par une opération ultérieure, le *ecuit,* qu'on fait subir à toutes les pièces fabriquées. Dans ce nt, on dépose ces pièces, aussitôt qu'elles sont terminées, et ncore rouges, dans une longue galerie chauffée par la chaleur erdue, et on les fait cheminer de manière que leur refroidisse-ient se fasse très-lentement, ou bien encore on les chauffe de ouveau au rouge sombre dans un four spécial, dont on bouche s ouvertures, de manière à obtenir le même résultat. Le recuit st d'autant plus difficile à obtenir, et doit être d'autant plus oigné, que les pièces de verre sont plus épaisses et plus volumi-.euses. C'est à un recuit insuffisant qu'il faut attribuer la casse i fréquente des verres de lampe, surtout quand on les emploie our la première fois.

Action de l'eau.

Les verres sont des mélanges ou des combinaisons de deux ilicates au moins : un silicate alcalin et un silicate terreux ou lombeux. Le premier serait plus ou moins soluble ou attaquable ar l'eau, s'il était seul; associé à l'autre, il n'est soluble qu'au-ant qu'il existe en quantité prédominante.

Tous les objets en verre qu'on fabrique aujourd'hui résistent i l'action de l'eau froide. Mais il n'en a pas toujours été ainsi. Il i'était pas rare de rencontrer, autrefois, des gobelets qui se ter-iissaient par suite de l'humidité qu'ils empruntaient à l'air, et nême qui s'emplissaient, à la longue, d'une dissolution concen-rée de carbonate de potasse. Ces verres étaient le résultat d'une abrication défectueuse, dans laquelle, pour économiser le com-bustible, on exagérait la dose de fondant alcalin.

La plupart des objets en verre dont la fabrication remonte à une époque reculée ont subi, de la part du temps et de l'humi-dité, une altération très-marquée. Ils présentent un aspect irrisé, chatoyant, nacré, avec des reflets parfois très-brillants, comme ceux des ailes de quelques espèces de papillons. Il en est de même des carreaux de vitre de fabrication plus moderne qui existent aux fenêtres des étables, des écuries, c'est-à-dire de locaux exposés tout à la fois à une humidité persistante et à une tempé-rature assez élevée. Les écailles irrisées qu'on en détache facile-ment par un léger frottement sont un mélange de silice et de silicate terreux : le silicate alcalin a disparu.

Les verres fabriqués en vue des besoins de l'optique, le *flint-*

[redacted]

glass et le *crown-glass*, qui exigent une transparence, une limpidité exceptionnelles, contiennent souvent une trop forte proportion d'alcali qui les rend humides à la surface.

Les glaces coulées sont loin d'être toutes exemptes de cette cause d'altération. On trouvait dans le commerce, il y a une quinzaine d'années, beaucoup de glaces qui se recouvraient de petits cristaux aiguillés de carbonate de soude.

Si l'eau froide a peu d'action sur les objets de gobeleterie qu'on fabrique aujourd'hui, il n'en est pas de même de l'eau bouillante. Les matras en verre dans lesquels on fait chauffer l'eau dans nos labóratoires se dépolissent assez rapidement, par suite de la dissolution partielle du silicate alcalin.

Le verre en poudre est surtout très-facilement altéré par l'eau chaude. Un chimiste anglais, Griffiths, a retiré 7 pour 100 de potasse d'un échantillon de cristal pulvérisé qu'il a fait bouillir avec de l'eau pendant plusieurs semaines.

M. Pelouze a montré que du verre blanc porphyrisé perd une partie de son poids qui peut s'élever de 10 à 34 pour 100, par suite d'une simple ebullition avec l'eau.

Action des acides et des alcalis.—Les verres qui sont attaqués par l'eau sont, à plus forte raison, attaqués par les acides, même par les acides faibles et dilués.

Parmi les différentes espèces de verre, le verre à bouteille est celui qui résiste le moins à leur action. Il n'est pas rare d'en rencontrer que le bitartrate de potasse contenu dans le vin attaque d'une manière sensible. La silice et le tartrate de chaux se déposent; le vin prend en même temps une saveur d'encre, par suite de la dissolution de l'alumine et du fer : aussi le vin se trouble et se décolore.

Les objets fabriqués en cristal bien fait résistent assez bien à l'action de l'eau et des acides; mais les dissolutions fortement alcalines qu'on conserve dans des flacons de cristal leur empruntent de l'oxyde de plomb; les sulfures alcalins y donnent à la longue un dépôt noir de sulfure de plomb. On sait, dans tous les laboratoires, avec quelle rapidité se soudent les bouchons en verre des flacons dans lesquels on a mis des dissolutions de potasse ou de soude caustique. Cet effet est dû à la formation d'un silicate soluble, alcalin, qui, jouit de propriétés adhésives très-marquées.

L'acide fluorhydrique exerce sur tous les verres une action spéciale des plus énergiques, qu'on met à profit pour graver sur

[redacted]

verre. On l'emploie également pour faire, à l'aide de procédés aussi sûrs que faciles à exécuter, l'analyse exacte des différentes sortes de verres.

Gravure sur verre.—On se sert, pour graver sur verre, de l'acide fluorhydrique à l'état gazeux ou à l'état liquide. Il est préférable de l'employer sous cette dernière forme.

On prépare l'acide fluorhydrique par les procédés ordinaires; on étend l'acide du tiers ou de la moitié de son volume d'eau et on le conserve dans une bouteille de plomb ou mieux de gutta-percha. Le verre est enduit d'un vernis de cire et de térébenthine qu'on applique à chaud à l'aide d'un pinceau. Pour les dessins qui doivent offrir une certaine finesse, on se sert de l'huile de lin siccative. On trace le dessin avec une pointe, comme pour la gravure à l'eau-forte. La transparence du vernis à l'huile de lin permet facilement de le décalquer. On entoure la partie enduite de vernis d'un bourrelet en cire et on fait mordre l'acide sur le verre pendant un temps plus ou moins long, selon la profondeur des tailles qu'on veut obtenir. On lave à l'eau, puis à l'essence ou à l'alcool, pour enlever le vernis.

On comprend que le verre n'est attaqué que dans les parties qui ont été dénudées par le burin.

M. Gugnon, de Metz, applique sur le verre enduit d'une très-légère couche d'essence de térébenthine un dessin découpé à jour, en métal ou sur papier, une dentelle, etc. Il tamise à sa surface une poudre fine de bitume de Judée et de mastic en larmes : le patron est enlevé avec soin; puis le verre est chauffé légèrement, de manière à fondre la poudre répandue dans les jours du dessin qui, par conséquent, se trouvent préservés de l'action de l'acide, qu'on fait mordre pendant 30 à 40 minutes, et qui n'attaque que le verre sur lequel adhéraient les parties pleines du dessin. Ce procédé est très-rapide; en le suivant, deux ouvriers peuvent graver dans une journée jusqu'à 20 mètres superficiels de verre à vitre ou de glace.

M. L. Kessler a apporté, depuis quelques années, à la gravure sur verre par l'acide fluorhydrique de notables perfectionnements. Cette opération est aujousd'hui pratiquée sur une grande échelle dans les cristalleries de Baccarat et de Saint-Louis, et l'on peut dire que *la gravure chimique* fournit au commerce les produits les plus nouveaux et les plus recherchés parmi les objets si variés de forme et d'usage qui sortent de ces établissements. On imprime à l'encre grasse un dessin sur une feuille de papier mince, et on

applique cette feuille mouillée sur le verre à graver : l'encre adhère au verre et le papier se détache facilement. La pièce est alors plongée pendant quelques heures dans le bain d'acide fluorhydrique qui n'attaque que les parties du verre découvertes d'encre. Après la morsure, on enlève la réserve, soit avec des essences ou des lessives alcalines, soit par un moyen mécanique.

Avec les verres doublés, on obtient par ces procédés des dessins rouges, bleus, etc., sur des fonds blancs. On sait que ces verres sont composés de verre incolore avec une couche très-mince de verre coloré. Ce mode de gravure est fort employé en Angleterre pour faire des enseignes transparentes sur lesquelles les lettres se détachent en blanc ou en couleur. On s'en sert également pour la peinture sur verre, la partie blanche corrodée pouvant recevoir ensuite au feu de moufle des couleurs variées.

MATIÈRES PREMIÈRES EMPLOYÉES DANS LA FABRICATION DU VERRE.

Silice.—Nous avons vu que toutes les sortes de verre contiennent, comme élément essentiel, la silice. Le choix de cette matière exerce l'influence la plus directe sur la qualité du verre.

Pour les verres blancs, tels que le verre de Bohême, le cristal, le verre à vitres, le verre à glaces, la silice doit être aussi pure, aussi exempte de fer que possible.

Les Bohêmes emploient le quartz hyalin étoné, trié et pulvérisé dans des mortiers en bois, avec des pilons en quartz. Ils évitent ainsi l'introduction dans leur silice de parcelles métalliques.

En France, pour le cristal, les glaces, le verre à vitre, la gobeleterie fine, on se sert généralement des sables les plus blancs de Fontainebleau, de Champagne, de Nemours, etc. Les sables blancs de France sont également recherchés en Belgique pour la fabrication du cristal, des glaces et des verres à vitres de première qualité.

En Angleterre, les sables du pays sont ferrugineux; aussi les glaces et les verres à vitres de fabrication anglaise présentent-ils une couleur verte très-marquée. On est réduit à se servir du silex de la craie qu'on *étone* et qu'on pulvérise. Pour les glaces, on emploie le sable de mer de l'île de Wight; pour les produits de luxe, les cristalleries anglaises font venir leur sable de France et même d'Amérique.

Pour les bouteilles, on recherche au contraire les sables

[redacted]

ferrugineux et argileux, parce qu'ils apportent avec eux le fer et l'alumine, qui entrent comme fondants dans cette sorte de verre,

Potasse.—La fabrication des verres de Bohême et du cristal réclament de la potasse (carbonate de potasse) aussi pure, aussi riche en degré que possible. Les potasses qu'on emploie de préférence sont les potasses perlasses d'Amérique et la potasse provenant des résidus du travail des betteraves, qu'on désigne, en France, sous le nom de potasse indigène. En Bohême, on se sert de la potasse provenant des cendres de bois du pays ou de la Hongrie.

Soude.—Cet alcali, dont l'emploi est beaucoup plus général aujourd'hui que celui de la potasse, est introduit dans la composition du verre sous forme de carbonate (sel de soude), plus souvent à l'état de sulfate.

Le sel de soude n'est plus guère employé que dans la fabrication de la gobeleterie fine; pour les glaces, il a été remplacé, en grande partie, dans ces dernières années, par le sulfate de soude purifié.

Ce dernier sel, qui donne, au meilleur marché possible, l'élément alcalin du verre, est aussi en usage dans la fabrication du verre à vitres et des bouteilles. On facilite ordinairement sa décomposition par l'addition d'une petite quantité de charbon.

Chaux.—Pour ces deux dernières sortes de verres, pour les glaces et pour le verre de Bohême, la chaux est employée tantôt à l'état de chaux éteinte, tantôt à l'état de carbonate (pierre calcaire, calcaire cru, calcaire saccharoïde).

Oxyde de plomb.—C'est toujours à l'état de minium que le plomb entre dans la composition du cristal, bien qu'il y soit à l'état de silicate de protoxyde de plomb. Il est de la plus grande importance que le minium soit exempt d'oxydes ou de métaux colorants, quand il est destiné à la fabrication du cristal blanc. L'oxyde de cuivre est surtout à redouter.

DES POTS OU CREUSETS ET DES BRIQUES POUR LA CONSTRUCTION DES FOURS.

Les matières premières qui, par leur combinaison, produisent le verre, sont amenées à l'état de fusion dans de grands creusets en argile réfractaire. La bonne qualité de ces creusets est d'une si grande importance, que la plupart des verreries ne s'en rapportent qu'à elles-mêmes pour les soins très-minutieux qu'exige la fabrication de leur poterie.

Ces creusets doivent supporter pendant plusieurs semaines,

sans se déformer, sans se fendre, sans se vitrifier, une température qui n'est pas moindre de 1000 à 1200°.

Les briques qui servent à construire les fours exigent les mêmes soins; elles sont faites également dans la verrerie, avec la forme qu'elles doivent avoir d'après la position qu'elles occuperont dans le four.

On fait choix des argiles les plus réfractaires, exemptes, autant que possible, de fer et de chaux. En France, on emploie le plus souvent l'argile plastique de Forges-les-Eaux (Seine-Inférieure).

Les creusets qui servent à fondre le verre ont une forme et une dimension variables. Ils sont ronds, ovales, rectangulaires; pour le cristal fait à la houille, ils sont couverts et présentent la forme d'une cornue à col très-court; leur hauteur varie entre 0,50 centimètres et 1 mètre. Quand ils sont cuits, leurs parois latérales ont 5 à 7 centimètres. Les grands creusets contiennent ordinairement 5 à 600 kilogrammes de verre fondu.

La confection de ces creusets est très-minutieuse. Ils se font à la main, avec ou sans moule extérieur, par la superposition de petits cylindres de pâte argileuse qu'on appelle *colombins*.

Les *fours de fusion* sont construits avec des briques réfractaires faites avec la même terre que les creusets. La température qui s'y développe doit être très-élevée, constante, facile à régler. La flamme circule entre les pots, qui reposent sur les banquettes. La voûte du four est surbaissée de manière à profiter de la chaleur réfléchie. Les fours sont de forme circulaire ou rectangulaire. Ils contiennent ordinairement huit à dix creusets. Au milieu se trouve une longue grille dont le cendrier est en contre-bas du sol. L'arrivée de l'air pour le tirage se fait par des galeries souterraines. Chaque pot se trouve en communication avec une ouverture ménagée dans la paroi du four, qu'on appelle *ouvreau*. C'est par cette ouverture qu'on cueille le verre et qu'on introduit les matières premières, la *composition*, qui sert à le produire.

L'industrie du verre a été l'une des premières à adopter, pour le chauffage de ses creusets, le four à régénérateurs, récemment inventé par M. Siemens. Ce four, dont le but est de ne laisser arriver sur la banquette ou sur la sole qu'un combustible gazeux préalablement échauffé par la chaleur même qu'emportent les produits de la combustion, réalise une économie considérable de combustible que quelques praticiens n'estiment pas à moins de 40 pour 100. Nous en résumerons en quelques lignes les principales dispositions.

Le four Siemens n'admet qu'un combustible gazeux, l'oxyde carbone. Dans ce but, le charbon (et l'on peut, dans ce cas, employer les houilles et les tourbes les plus communes) est disposé dans un foyer isolé, clos de toutes parts, excepté sur l'une de ses parois où se trouve disposée une grille épaisse, inclinée à 45° environ. Cette grille P, Q (fig. 516), est chargée de combustible, et, en face d'elle, dans la paroi opposée, une large buse sert au départ de l'oxyde de carbone. Pour produire celui-ci, le feu est allumé sur la grille, et le charbon enflammé recouvert de charbon noir; l'acide carbonique formé par la combustion traversant cette couche de charbon rouge, s'y réduit et se transforme en oxyde carbone.



Fig. 516.
Appareil générateur du four Siemens.

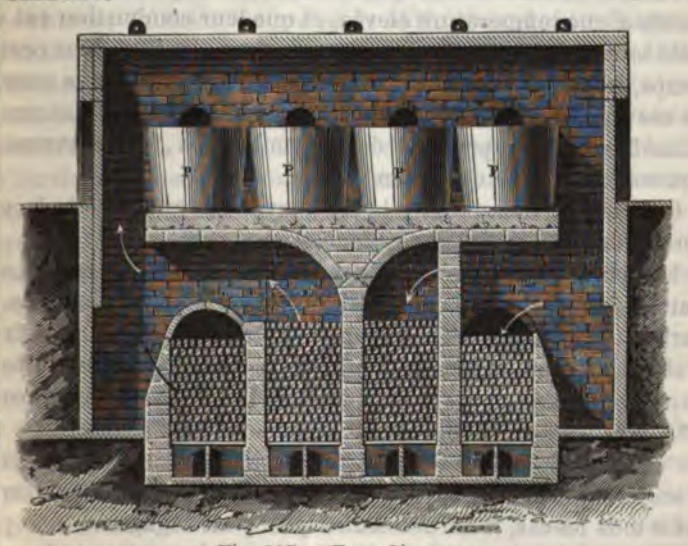


Fig. 517. — Four Siemens.

Sous la banquette du four de fusion (fig. 517) sont disposés quatre vastes carneaux verticaux isolés, mais pouvant communiquer à volonté, et remplis de briques réfractaires empilées de manière à laisser entre elles un libre passage. Chacun de ces carneaux débouche sur la banquette par une ouverture qui lui est propre, et peut d'ailleurs communiquer soit avec la cheminée d'appel, soit avec l'air, soit avec le foyer producteur d'oxyde de carbone. C'est à eux qu'appartient le rôle de régénérateurs de la chaleur. Ils fonctionnent de la manière suivante : supposons le four en plein feu, les produits de la combustion, au lieu de se diriger directement vers la cheminée d'appel, sont forcés, par un jeu de vannes qu'il serait trop long de décrire, de traverser deux des carneaux; là, au contact des piles de briques, ils abandonnent une grande partie de la chaleur qu'ils possédaient au sortir du foyer. Lorsque, par suite de ce courant de gaz chaud, les piles de briques ont atteint une température suffisante, on renverse, au moyen des vannes dont nous venons de parler, la marche des gaz, et on les force à traverser les deux autres carneaux. Les deux premiers, dont il faut utiliser la haute température, changent alors de rôle : l'un reçoit l'oxyde de carbone fourni par le four spécial; l'autre conduit l'air atmosphérique de telle sorte que les deux gaz, au moment où, l'un et l'autre, ils débouchent au niveau de la banquette, se trouvent portés à une température élevée, et que leur combustion est utilisée tout entière pour le chauffage du four. Au bout d'un certain temps, les deux premiers carneaux étant refroidis par le passage de ces gaz, les deux autres au contraire se trouvant suffisamment échauffés par les produits de la combustion, on renverse de nouveau la marche des régénérateurs.

Ce four réalise le progrès le plus important que l'art de la verrerie ait fait depuis bien des années.

Les phénomènes produits pendant la fusion varient selon la nature des verres. Si la composition est un mélange de silice, de carbonate de chaux et de carbonate de soude, la matière se fritte d'abord, et quand la fusion commence, elle est rendue bulleuse par suite du dégagement de l'eau et de l'acide carbonique contenus dans les sels employés. Le sel de soude est-il remplacé par un mélange de sulfate de soude et de charbon, il y a production d'acide sulfureux, d'oxyde de carbone et d'acide carbonique. Dans tous les cas, il est nécessaire qu'il y ait dégagement de produits gazeux, qui produisent le brassage de la matière et la ren-

ent plus homogène. C'est pour cette raison que, pour faire le cristal, on se sert du minium ; cet oxyde donne de l'oxygène, qui opère ce brassage et qui, en outre, brûle les matières organiques que la potasse ou le sable pourraient renfermer. L'acide arsénieux en poudre, qu'on ajoute en petite quantité à la composition de beaucoup de sortes de verres, agit de la même façon en se volatilisant. Il en est de même du nitre, qui fournit des produits gazeux et en même temps un fondant alcalin pour le cristal, mais qu'on ne peut employer qu'en quantité minime, parce qu'il use rapidement les pots.

Indépendamment des produits gazeux, tels que l'acide carbonique, l'acide sulfureux, la vapeur d'eau, l'oxygène, l'acide arsénieux, etc., il se produit des fumées blanches qui sont dues soit à la volatilisation des chlorures alcalins contenus dans les sels de potasse ou de soude, soit à celle de ces alcalis; aussi la voûte d'un vieux four est-elle enduite à l'intérieur d'une épaisse couche vitrifiée. A mesure que la température se prolonge, la matière devient moins bulleuse; elle s'éclaircit, elle s'affine ; elle est très-liquide. Le *fiel de verre*, qui est un mélange de sulfates et de chlorures alcalins, monte à la surface de la matière fondue et est enlevé avec des outils en fer. Quand l'affinage paraît suffisamment avancé, on souffle quelques fioles épaisses de verre et on examine si le verre est exempt de coloration, de bulles, de bouillons, de stries, de grains de sable. Quand cette épreuve est satisfaisante, on laisse la température s'abaisser de manière à donner au verre la consistance pâteuse qui permet de le travailler. La fonte et l'affinage durent douze à vingt-quatre heures. On fait alors le travail. Chaque creuset vidé, on y introduit, par l'ouvreau et par fractions, la composition, et on recommence la fonte. Ainsi la fabrication est continue; elle ne s'arrête que quand le four lui-même est tellement détérioré qu'on est forcé de le reconstruire. Ce qui arrive après une année ou deux de service.

FABRICATION DES DIFFÉRENTES SORTES DE VERRES.

Procédé de fabrication des cylindres ou des manchons.—La fabrication du verre à vitres tend à se concentrer à proximité des exploitations houillères; en France, elle est très-importante dans le Nord et sur le bassin houiller de la Loire : dans le Nord, elle occupe vingt-cinq fours à huit creusets; en Belgique, il existe,

dans la province de Charleroi, trente-sept fours de même impor-
tance. Chaque four produit par mois 100,000 kilogr. de verre.

La fabrication du verre à vitres au bois ne se maintient plus que dans un très-petit nombre de localités. Le combustible miné employé dans les conditions les plus favorables en France et Belgique, entre déjà pour 30 à 40 pour 100 dans le prix de revie de cette sorte de verre. Le prix de revient du verre fabriqué av le bois est notablement plus élevé.

Les matières premières sont ordinairement employées dans les proportions suivantes :

Sable..............................	100	parties.
Sulfate de soude	30	»
Calcaire............................	30	»
Coke pulvérisé......................	5	»
Bioxyde de manganèse...............	5	»

On ajoute au mélange une quantité variable de *groisil*. On désigne sous ce nom, pour toutes les espèces de verre, les déchets de verre qui résultent du travail des pièces, déchets qui, outre qu'ils sont ainsi utilisés, facilitent la fonte des matières neuv qu'on introduit dans les pots.

Le calcaire (carbonate de chaux) dont on se sert dans le Nord et en Belgique, et qui vient de ce dernier pays, est souvent rem-placé par la chaux éteinte, employée dans la proportion de 25 à 30 parties.

Le bioxyde de manganèse (qu'on appelle, dans les verreries, le *manganèse*) a pour objet de corriger la teinte verdâtre que pré-sentent ordinairement les verres, surtout ceux à base de soude On attribue généralement cette coloration aux petites quantité d'oxyde de fer que renferment les matières premières dont o fait usage. Elle serait due au silicate de protoxyde de fer, qui existant en plus forte proportion dans le verre à bouteille, e constitue le principe colorant. L'oxyde de manganèse, conn depuis bien longtemps, à cause de cette propriété, sous le no de *savon des verriers*, agirait comme agent d'oxydation, en su oxydant le silicate de protoxyde de fer, et en produisant un sel d sesquioxyde dont la coloration jaune est beaucoup moins intens Il est plus probable que cet oxyde est utile pour produire un coloration rosée qui, en s'ajoutant comme couleur compléme taire à la teinte verte, donne un verre sensiblement incolore.

Le bioxyde de manganèse est un colorant très-énergique qui ajouté en proportion un peu plus forte, donnerait du verre rose

[redacted]

et même noir. Aussi a-t-on soin de l'employer toujours en ıinime quantité.

vent aussi on ajoute de l'acide arsénieux en poudre à la ɔsition, pour en faciliter la fonte. En Belgique, on a renoncé ɜ addition, en n'introduisant dans les pots que des matières ɜnt pulvérisées et blutées.

ci la composition de quelques échantillons de verre à :

Silice	69.6	71.9
Chaux	13.4	13.6
Soude	15.2	13.1
Alumine	1.8	0.6
Oxyde de fer	traces.	0.6
Oxyde de manganèse	traces.	0.2
	100.0	100.0

s les verreries de la Loire, on introduit dans les pots, qui u nombre de huit, et qui sont chauffés dans des fours gulaires, 450 kilogr. de matière brute, dosée à peu près ɜs proportions indiquées ci-dessus. Cette *composition* donne 280 kilogr. de verre, dont la fonte dure quinze heures et

fournement des matières se fait en trois fois : la première pour fondre, sept heures de feu; la deuxième, quatre ; la troisième, trois heures. La fonte et l'affinage étant és, on laisse tomber le feu pendant une heure et demie de commencer le soufflage. On fait dix-huit à vingt fontes ɔis. On consomme 480 hectolitres de houille pour la fonte avail. On fait par pot 200 à 225 manchons ou canons pesant à 1k940 non rognés; le poids des manchons rognés est de 70 grammes.

elgique et dans le nord de la France, on se sert de creusets placés sur les banquettes de manière que leur grand axe rpendiculaire à la grille du four; ils occupent ainsi une ıoins considérable.

ue pot reçoit 600 kilogr. de composition. Pour fabriquer ɔgr. de verre, on consomme 600 kilogr. de houille.

ɜrre étant fondu, affiné, écrémé et amené, par un refroi-ɜnt convenable, à l'état de consistance pâteuse, le travail nce. Devant chaque creuset se trouve un plancher B 3) en fonte ou en pierre; cette estrade se trouve à 2m 5 ou ɪs au-dessus du sol de la halle. Chaque *place* est desservie

par un souffleur et un aide qu'on désigne dans toutes les ve
ries sous le nom de *gamin*.

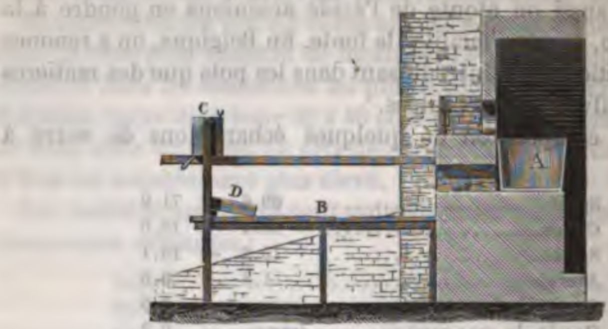


Fig. 518.—Four pour la fabrication du verre en cylindre.

Le travail du verre, en général, se fait presque toujour
soufflant les pièces avec un cylindre de fer creux qu'on ap
canne.

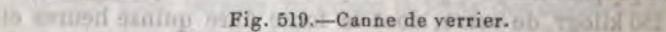


Fig. 519.—Canne de verrier.

La canne est un tube creux en fer, terminé par une p
renflée (le nez de la canne), avec une enveloppe en bois p
près de l'autre extrémité, à une petite distance de l'embouc
Ce manchon permet à l'ouvrier de manier cet outil san
brûler.

Les cannes sont de dimensions variables, selon le poid
pièces qu'elles servent à produire. Celles qui servent à so
les petites fioles dont on détache le fond pour faire les verr
montre ont moins de 1 mètre de longueur; tandis que les c
employées en Bohême dans les fabriques de glaces soufflées
longues de plus de 3 mètres.

La canne étant bien propre, bien exempte de verre
restait adhérent, et étant échauffée au petit ouvreau, le gar
plonge dans le creuset. A la surface du verre fondu flott
couronne en argile qui permet d'éviter les filandres et de
lir, dans la partie centrale du creuset, du verre bien affi
pare son verre en tournant sur une plaque de fer la canne
est garnie, puis il la plonge de nouveau dans le creuset, d
nière à avoir la quantité de verre nécessaire pour la conf
de la pièce.

La paraison est arrondie par un lent mouvement circ

'on donne à la canne, la masse vitreuse étant placée dans un ›c creux de bois mouillé D; puis la pièce, préalablement :hauffée à l'ouvreau, passe dans les mains du souffleur. Celui-souffle légèrement d'abord, en étirant un peu la masse vi-use, de manière à lui donner la forme d'une poire; il balance canne, puis il la relève de manière à ramasser le verre; il ıffle plus fortement, à plusieurs reprises, et lui imprime un ›uvement de va-et-vient, comme celui d'un battant de cloche, manière à allonger la pièce, qui prend une forme cylindrique; la relève vivement au-dessus de sa tête, puis lui fait subir . mouvement complet et rapide de rotation, dans le but de llonger, tout en lui donnant une épaisseur égale dans toutes s parties.

Quand le cylindre est fait, le souffleur rapporte la pièce à l'ou-eau, de manière à en bien ramollir le bout; quand celui-ci est ffisamment chaud, il est percé avec une pointe de fer. Par le ouvement de balancement, l'ouverture s'agrandit; on pare la èce avec une sorte de planche en bois; les bords s'écartent, et calotte qui terminait le cylindre se trouve effacée.

La figure ci-dessous représente les différentes phases de la brication des manchons.

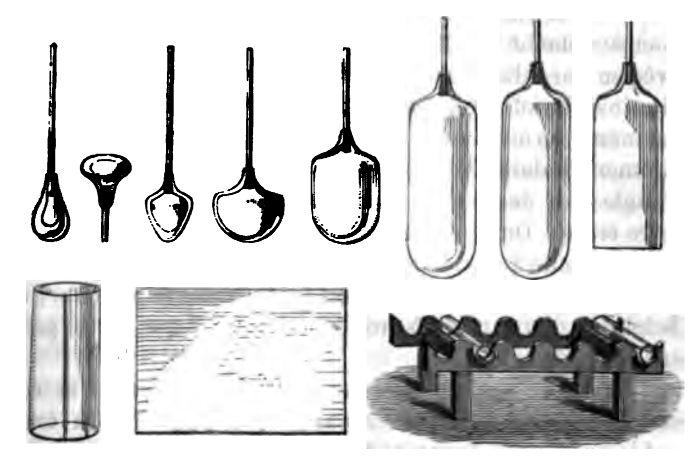


Fig. 520.—Fabrication du verre en manchons.

Pour les pièces de grandes dimensions, telles que les cylindres les globes pour pendules ou autres objets, on emploie souvent ı outil auxiliaire qui permet de comprimer vivement une masse ıir suffisante pour souffler la pièce. C'est un petit cylindre en lai-

ton (fig. 521), fermé par un bout, dans l'intérieur duquel se trouve un ressort à boudin en fer; à sa partie inférieure est une sorte de piston en bois avec ouverture garnie de cuir, retenu par une fermeture à baïonnette percée d'un trou. L'embouchure de la canne, celle-ci étant tenue verticale, étant mise en contact avec le piston, on comprime, par un mouvement brusque qu'on donne au ressort, l'air contenu dans le cylindre, et on injecte cet air dans la pièce qu'on veut fabriquer.

Cette pompe a été inventée, en 1824, par un ouvrier souffleur de Baccarat, nommé Robinet, qui, devenant vieux et malade, remplaça par cet outil très-simple les poumons qui lui faisaient défaut. La Société d'encouragement accorda à cet inventeur une médaille d'or, et l'administration de Baccarat lui fit une pension. Cet outil est connu sous le nom de *pompe de Robinet*.



Fig. 521.—Pompe de Robinet.

La confection d'un cylindre ouvert à son extrémité et adhérent à la canne se fait en 8 à 9 minutes.

Le cylindre, devenu rigide, est posé sur un cheval et en bois (fig. 520). On touche avec une tige de fer froide le nez de la canne; celle-ci se détache aussitôt de la pièce de verre dont la calotte est enlevée en enroulant un fil de verre très-chaud et en touchant la partie ainsi chauffée avec un fer froid. On a donc ainsi sur le chevalet un manchon ouvert des deux bouts. On le fend dans sa longueur en promenant dans son intérieur, sur la même arête, une tige de fer rougie; un des points chauffés étant mouillé avec le doigt, le verre éclate. On arrive au même résultat en se servant d'un diamant attaché à un long manche qu'on guide à l'intérieur du manchon en suivant une règle en bois. Ce mode d'opérer, usité en Belgique, donne une cassure plus droite, et, par suite, produit moins de déchet.

Les verres à vitres cannelés se font exactement de la même façon, avec cette différence qu'au commencement du travail, quand la paraison présente la forme allongée d'une poire épaisse, on la souffle dans un moule en fonte ou en bois qui imprime les cannelures; celles-ci se reproduisent sur le verre et se conservent pendant le restant du travail.

C'est par un artifice tout aussi simple qu'on obtient les cylindres aplatis, souvent de très-grande dimension, qui servent à

[redacted]

couvrir les pendules. Quand la pièce est arrivée à un certain volume, on termine le soufflage après l'avoir emprisonnée dans une caisse rectangulaire, grossièrement faite avec des planches de bois. Le verre s'étend en s'aplatissant contre l'obstacle qu'il rencontre, et prend la forme d'un cylindre plus ou moins écrasé sur deux de ses côtés.

Étendage des cylindres ou canons.—Il s'agit maintenant, pour avoir une feuille plane de verre à vitres, de ramollir les cylindres fendus de manière à ce que les bords, en s'affaissant, produisent, par une sorte de laminage, une feuille de verre.

Il existe plusieurs systèmes de *fours à étendre*. Le plus simple et le plus ancien consiste en une sorte de four à réverbère, chauffé par la flamme d'un foyer latéral et divisé en deux chambres contiguës, qui sont séparées par un mur qui s'étend depuis la voûte jusqu'à la sole. Au bas de ce mur se trouve une ouverture de 1 mètre de largeur sur 10 centimètres de hauteur; elle est destinée au passage des vitres planées.

Ce four étant chauffé au rouge sombre, on y introduit les manchons par une galerie latérale dans laquelle ils cheminent lentement, l'un poussant l'autre. Celui qui arrive vers le centre est déjà rouge. Amené, à l'aide d'une longue tige de fer, sur le *lagre*, qui est une feuille de verre épaisse ou une plaque de terre réfractaire, ses deux bords s'écartent et s'affaissent sous la légère pression exercée sur eux avec une perche de bois; un rabot en bois ou polissoir, qu'on promène à sa surface, achève de planer la feuille; celle-ci est aussitôt poussée dans le second compartiment dont la température est moins élevée. Lorsqu'elle est suffisamment rigide, elle est placée de champ, au moyen d'une fourche en fer, contre la paroi du four. On a soin de disposer, de distance en distance, des barres de fer pour appuyer de nouvelles vitres, afin que celles-ci ne chargent pas trop celles qui les ont précédées. Quand le four est plein, on enlève le combustible, on en bouche toutes les ouvertures et on le laisse refroidir pendant plusieurs jours. C'est ainsi que ces verres sont *recuits*.

Le verre étendu dans ce four, dit à *pierre fixe*, est ordinairement *griffé* et d'une mauvaise planimétrie.

Dans quelques verreries, on emploie un four divisé en quatre compartiments par des cloisons fixes qui s'arrêtent à 10 centimètres de la sole; celle-ci est circulaire et tournante; l'étendage se fait alternativement sur chacun des segments de la sole qui arrive libre devant l'ouvrier, après qu'on a enlevé la feuille pré-

cédemment produite. Cet appareil, qui est continu, réalise une grande économie de temps, mais il exige des réparations fréquentes et il dépense beaucoup de combustible.

Sur la surface du *lagre*, on projette un peu de gypse ou de sulfure d'antimoine moulu très-fin, dans le but d'empêcher l'adhérence des vitres qu'on y étend; ou bien on jette de temps à autre sur le combustible une petite quantité de chaux, qui, entraînée avec les produits gazeux de la combustion, se répand dans le four et amène le même résultat.

Les fours à pierres fixes donnent, en général, du verre mal étendu; les fours à pierres tournantes ont le même défaut. Aussi emploie-t-on aujourd'hui généralement les fours à *pierres roulantes*. La figure ci-jointe représente celui dont on se sert le plus en Belgique.

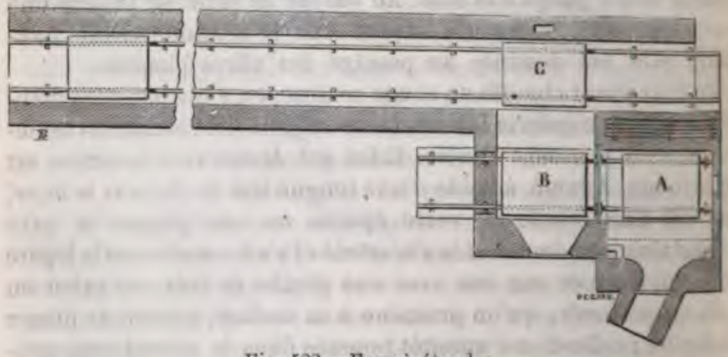


Fig. 522.—Four à étendre.

Dans ce four ou *stracou*, le verre est étendu sur la plaque mobile A, les manchons arrivant par la galerie qui débouche dans ce compartiment du four. La plaque, munie de sa feuille de verre, est poussée sur les rails dans l'autre partie du four qui est moins chaude; elle y occupe la place B. Le verre étant assez froid, on l'enlève avec une longue fourche en fer et on le dépose à plat sur un chariot en tôle C, qui reçoit 8 à 12 feuilles. Ce chariot se meut également sur des rails dans une galerie à recuire d'une longueur de 15 à 20 mètres. Les chariots sont reliés les uns aux autres par des crochets; ils entrent vides par l'ouverture placée près de la grille, se remplissent en G, et sortent pleins et froids à l'autre extrémité.

Fabrication du verre à vitres en plateaux.—Le verre en plateaux, en plats ou à boudines, ou bien encore en couronne (*crown-glass*

des Anglais), tend à disparaître ; on n'en fait plus en France, et l'Angleterre, où l'on ne sait que depuis peu d'années (1848) fabriquer le verre en manchons de belle qualité, voit diminuer chaque jour le nombre des verriers qui suivent l'ancienne méthode. Cependant, il faut le reconnaître, si le verre en cylindre est plus économique et donne des feuilles de plus grande dimension, le verre en plateaux est plus beau, plus brillant.

Les matières premières qu'on emploie pour fabriquer le verre en plats sont les mêmes que pour le verre à vitre ordinaire. La disposition des fours et des creusets est également la même.

Lorsque la matière est convenablement fondue, affinée et écrémée par la séparation du fiel de verre, l'ouvrier commence le soufflage. Il cueille à plusieurs reprises avec sa canne assez de verre pour faire une pièce de dimension ordinaire. Il allonge sa paraison, il la roule sur une plaque de fer de manière à la rendre cylindrique, et il souffle pour lui donner la forme d'une poire. En chauffant la pièce et en soufflant de nouveau, il augmente ses dimensions et il lui fait prendre une forme sphérique. Une troisième chauffe, suivie d'un nouveau soufflage, augmente son volume aux dépens de son épaisseur; puis le côté de la pièce sphérique opposé à la canne à laquelle elle adhère est écrasé par une pression exercée sur une surface plane en fer.

Une petite quantité de verre fondu étant ramassée à l'extrémité d'une tige de fer pleine, d'un *pontil*, est appliquée dans la partie centrale du côté aplati et fait adhérer la pièce dans sa partie opposée à la canne, le pontil se trouvant ainsi sur une ligne qui en est le prolongement. En touchant le verre avec un corps mouillé, près de son point de contact avec la canne, celle-ci s'en trouve séparée et y laisse une ouverture circulaire d'environ 5 centimètres de diamètre.

Le verre est de nouveau porté à l'ouvreau et réchauffé jusqu'à ce qu'il devienne suffisamment ductile pour le changement de forme qu'on va lui donner. L'ouvrier tourne alors avec adresse le pontil dans sa main, d'abord doucement, ensuite avec une vitesse qu'il accélère à mesure que la matière cède à l'action de la force centrifuge. Le diamètre de l'ouverture annulaire augmente rapidement; la pièce prend pendant quelques instants la forme d'une cloche de jardin très-évasée; puis, par ce mouvement continu et toujours plus rapide de rotation, cette forme s'évanouit, et la pièce, s'ouvrant entièrement, se trouve transformée en un large disque, ayant ordinairement 1 mètre 32 centimètres de

diamètre; son épaisseur est presque uniforme, à l'exception de celle du centre auquel adhère le pontil; ce point présente une saillie ou bourrelet assez épais.

Le plateau est détaché de son pontil par le contact d'un corps froid et enfourné horizontalement dans le four à recuire. La température de ce four doit être réglée avec beaucoup de soin; si elle est trop élevée, le plateau gauchit; si elle est trop basse, il se brise.

Les plateaux recuits sont découpés en segments et équarris à l'aide du diamant. La partie centrale, munie de son bourrelet, fournit une pièce rectangulaire qui est refondue ou vendue à vil prix pour les vitrages les plus communs.

Verres à vitres de couleur.—Dans quelques usines, on joint à la fabrication du verre à vitres ordinaire celle des verres à vitres de couleur, destinés à la peinture sur verre, aux vitraux pour les églises, à l'ornementation, etc.

Les verres à vitres de couleur sont de diverses sortes : les uns présentent une coloration dans toutes leurs parties, ce sont les verres *colorés dans la masse;* les autres sont formés d'une couche très-mince de verre coloré superposé sur le verre incolore. On les désigne sous le nom de verres *plaqués, doublés,* ou *à deux couches.*

Enfin le verre blanc, le verre doublé, dont une partie colorée a été enlevée au moyen de la roue de tailleur ou de l'acide fluorhydrique, reçoivent au moufle des colorations variées. Ce sont les verres *peints.*

Les verres colorés dans la masse doivent offrir une teinte assez peu intense pour conserver de la transparence. On les obtient en ajoutant au verre ordinaire quelques centièmes d'oxydes colorants.

Le bleu se produit par l'addition de 1 à 3 pour 100 d'oxyde de cobalt ou de 6 à 8 pour 100 de safre. Le pouvoir colorant de l'oxyde de cobalt est tellement grand, que, pour avoir des verres transparents, on fait souvent des verres bleus doublés.

On fait un autre bleu pâle, dit du treizième siècle, avec l'oxyde de cuivre ajouté à un verre à vitres riche en alcali.

Le violet plus ou moins intense est fourni par 2 à 7 pour 100 d'oxyde de manganèse; on ajoute 1/2 à 1 pour 100 d'oxyde de cobalt pour avoir le bleu violacé. Une partie de l'alcali est introduite dans la composition sous forme de nitre.

Le verre jaune est coloré par l'oxyde d'antimoine ou par le charbon. Dans ce cas, on enfume le verre en ajoutant dans le

creuset de l'écorce de bouleau ou de la corne en poudre. La matière organique se décompose en laissant dans la masse vitreuse du charbon très-divisé qui lui donne une couleur jaune plus ou moins orangée.

La coloration verte est fournie soit par l'oxyde de fer (vert bouteille), soit par le sesquioxyde de chrome (vert émeraude), soit par le bioxyde de cuivre dans un verre peu chargé de fondants alcalins.

Pour fabriquer le verre pourpre, on fond, dans un pot de petite dimension, du verre avec addition de quelques centièmes d'un mélange d'oxyde de cuivre et de battitures de fer ou de fer très-divisé; quelquefois, on n'ajoute au verre que du bioxyde de cuivre. On fait une petite paraison avec ce verre, puis, par-dessus, une autre plus considérable en plongeant la canne garnie de la première dans un pot contenant du verre blanc ordinaire. Le manchon est façonné par les procédés que j'ai déjà décrits. Quand il est ouvert, on l'expose à la flamme fumeuse de l'ouvreau. C'est à ce moment que la couleur rouge se développe, par suite de la réduction de l'oxyde de cuivre.

Beaucoup des morceaux de verres qui entrent dans la composition d'un vitrail sont *peints* avec des couleurs de moufle; les oxydes colorants sont mélangés avec un fondant composé de quartz, d'oxyde de plomb et d'oxyde de bismuth. Le mélange, délayé dans l'essence, est appliqué sur le verre qui doit être très-siliceux. Celui-ci est chauffé dans un moufle à une température qui vitrifie les couleurs sans altérer le verre.

FABRICATION DES GLACES.

Glaces soufflées.—C'est à Venise que furent faits les premiers miroirs : cette fabrication remonte à une époque très-reculée. Ces miroirs étaient soufflés en cylindres, comme le verre à vitres, dégrossis, polis et étamés.

La fabrication des glaces soufflées, longtemps monopolisée à Venise, introduite en France en 1665, battue en brèche, dès 1688, par la fabrication des glaces coulées, a disparu peu à peu devant cette dernière, dont les produits sont beaucoup supérieurs. Cependant elle se maintient encore en Allemagne, où elle alimente quelques petites usines qui ne peuvent manquer de s'éteindre aussi dans un prochain avenir.

Il existe en Bavière, à Furth, à Nuremberg, etc., plusieurs fabriques de petites glaces soufflées; ce sont des feuilles de verre à

à vitres assez épaisses pour être soumises aux procédés mécaniques de dégrossissage et de polissage. Ces miroirs, dits de Nuremberg, sont, en général, en verre bien affiné, mais d'une teinte assez verte : ils se vendent à très-bon marché; néanmoins, la baisse de prix des glaces coulées rend leur fabrication de plus en plus restreinte.

MM. Chance fabriquent à Birmingham des verres à vitre épais faits par le procédé des cylindres, puis dégrossis et polis par des procédés économiques qu'ils ont créés. Ces verres sont employés en concurrence de la glace coulée pour les vitrages de luxe, pour les encadrements, les miroirs, etc. On les désigne en Angleterre sous le nom de *patent plate*. Cette sorte de verre manque chez nous, où elle serait surtout recherchée par les photographes, à cause de sa minceur et de sa planimétrie.

Fabrication des glaces.—Les éléments essentiels du verre à glaces sont : la silice, la chaux et la soude.

Le verre de Saint-Gobain est actuellement composé de :

Silice	73
Chaux	15.5
Soude	11.5
	100.0

Il est sensiblement représenté par 3 équivalents de silicate de chaux et 3 équivalents de silicate de soude.

Voici la composition du verre à glaces de deux fabriques anglaises, échantillons que j'ai rapportés de Londres en 1851, et qui ont été analysés par M. Salvétat :

	No 1.		No 2.
Silice	75.2	—	74.5
Chaux	6.9	—	4.7
Soude	17.0	—	19.1
Alumine	0.6	—	1.5
Oxyde	0.3	—	0.2
	100.0		100.0

Le mélange (composition) qu'on employait il y a quelques années dans les usines françaises et étrangères était le suivant :

Sable blanc	300 parties.
Sel de soude marquant de 85 à 90°	110 à 120
Pierre calcaire	50
Calcin ou groisll (debris de glaces)	300

Dans quelques usines, la pierre calcaire est remplacée par 45 parties de chaux éteinte à l'air et tamisée.

[redacted]

Aujourd'hui, le dosage est modifié, et le sulfate de soude purifié a fait place, dans la plupart des glaceries, au sel de soude, dont le prix est notablement plus élevé. C'est là un perfectionnement qui date de ces dernières années.

Je ne connais pas le dosage actuel, mais il est facile de le calculer avec les éléments qui précèdent. Il doit être à peu près comme il suit :

Sable	300 parties.
Sel de soude	80
Pierre calcaire	113
Calcin	300

Quand le sulfate de soude est substitué au sel de soude, celui-ci doit être remplacé par 170 parties de sulfate de soude sec, auquel on ajoute probablement 6 à 8 pour 100 de charbon pulvérisé, soit 10 à 13 parties.

Ces proportions ne sont qu'approximatives : elles doivent varier avec la pureté des matières premières qu'on emploie, et aussi avec l'allure du four, qui se modifie avec l'âge de ce four et avec la saison. Le tirage est plus actif, en général, pendant l'hiver que pendant l'été; par suite, dans cette dernière saison, on est conduit à augmenter un peu la dose de fondant alcalin. Dans tous les cas, il y a, pendant la fonte, une perte plus ou moins considérable d'alcalis par volatilisation.

Le choix des matières premières exerce l'influence la plus directe sur la qualité des glaces.

Le sable doit être aussi blanc, aussi exempt de produits ferrugineux que possible. En France et en Belgique, on se sert des sables de Fontainebleau ou des environs de Reims. En Angleterre, on emploie, pour les qualités courantes, des sables du pays qui sont toujours ferrugineux. De là surtout provient la teinte verte que présentent les glaces anglaises.

Ordinairement le sable est lavé à l'eau pour séparer les parties argileuses, calcaires, ferrugineuses qu'il renferme; quelquefois on ajoute à l'eau de l'acide chlorhydrique. On renouvelle le lavage jusqu'à ce que l'eau sorte parfaitement limpide. On fait ensuite parfaitement sécher le sable ainsi purifié.

Le sulfate de soude qui, depuis quelques années, a été substitué au sel de soude, ne peut pas être employé tel qu'on l'obtient directement en traitant le sel marin par l'acide sulfurique. On le raffine en ajoutant à sa dissolution, marquant 30 à 32° au pèse-sel de Baumé, de la craie en poudre qui sature l'acide libre et

qui précipite l'oxyde de fer qu'il peut contenir. Le liquide clair, soutiré avec un siphon, est évaporé, et les cristaux qui se forment pendant la concentration sont pêchés à l'écumoire et desséchés avant d'être introduits dans la composition.

Le calcaire doit être exempt d'oxyde de fer. Avant de le réduire en poudre, on le concasse et on en sépare les morceaux qui paraissent être ferrugineux. La couleur blanche du calcaire n'est pas toujours un indice de sa pureté. Les glaceries et les fabriques de verre à vitres de France et de Belgique se servent d'un très-bon calcaire saccharoïde, venant des environs de Namur, dont la teinte un peu grise est due à des substances organiques.

Ces différentes matières sont employées sèches et très-divisées; on les pèse à la bascule, on les mélange soigneusement à la pelle et on y ajoute la proportion voulue de calcin ou *groisil* en morceaux lavés et séchés.

Les fabriques de glaces ont besoin de très-vastes locaux, tant pour la fonte, le coulage et le recuit des glaces que pour leur polissage.

La *halle* est un très-vaste bâtiment contenant les fours de fusion, l'outillage pour le coulage et les *carcaisses* ou fours à recuire les glaces.

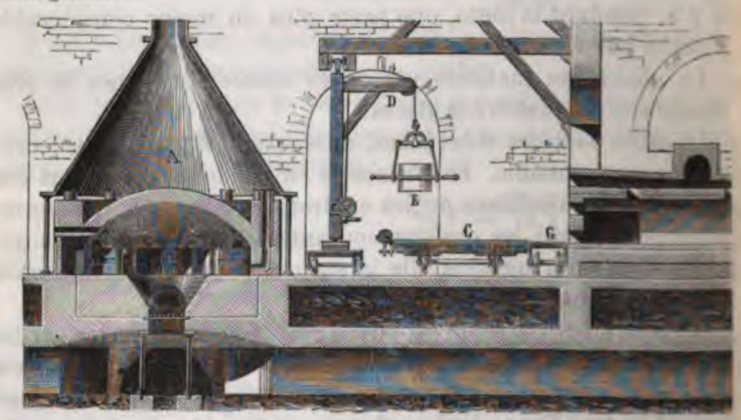


Fig. 523.—Four et table à couler les glaces.

La forme des fours de fusion varie suivant les usines. En France, ils sont souvent rectangulaires; en Belgique, ils sont ronds ou plutôt elliptiques.

Le dessin ci-dessus et les détails dans lesquels je vais entrer sont en partie empruntés à une intéressante publication de

M. Valerio, ingénieur, ancien directeur de la glacerie d'Aix-la-Chapelle.

A l'exception de Saint-Gobain et de Cirey, qui doivent leur origine aux vastes forêts qui les environnent, et qui emploient concurremment le bois et la houille, toutes les autres usines, en France ou à l'étranger, se servent de la houille comme combustible.

Le four de fusion à douze cuvettes, représenté par le dessin, est elliptique et de système belge.

La grille, dont la largeur est de 0m60, occupe toute la longueur du four, soit 5m30. Autour de la grille règne symétriquement une banquette ou siége sur laquelle sont placés les pots ou cuvettes renfermant les matières à fondre.

Douze ouvreaux, dont le seuil est au niveau de la banquette, servent à introduire et à sortir les pots. Ils sont fermés avec une grande brique qu'on nomme *tuile d'ouvreau*. Au-dessus de ces portes sont des ouvertures plus petites, qu'on ferme avec des plaques en terre réfractaire percées de plusieurs trous, qu'on nomme *pigeonniers*. En enlevant ces plaques, les ouvriers introduisent par ces ouvertures la composition dans les pots au moyen de pelles ayant la forme de boîtes carrées fixées à l'extrémité d'un long manche. Les trous du pigeonnier permettent de juger de la température du four; ils sont bouchés avec de la terre pendant une partie du temps nécessaire à la fonte.

Quand le four est en activité, la flamme monte à la voûte du four, circule autour des cuvettes et s'échappe dans les petites cheminées, pratiquées dans l'intérieur des pieds droits du four, pour se rendre dans une grande cheminée centrale en tôle, A, munie d'une hotte qui recouvre tout le four et entraîne au dehors les produits de la combustion.

Le four est placé dans l'axe d'une halle de 26 mètres de largeur qui contient quatre fours espacés de 16 mètres, de centre à centre; de chaque côté des fours, et parallèlement au grand axe de la halle, sont placés symétriquement les fours à recuire les glaces ou *carcaisses*, B.

De distance en distance, à la place d'une carcaisse se trouvent des fours à cuire les cuvettes et les briques.

La table à couler, C, se meut sur des galets et des rails en fer; à l'un de ses bouts se trouve la grue mobile, D, destinée à manœuvrer les cuvettes.

Chaque carcaisse a trois foyers pour le chauffage, une large

ouverture à l'avant pour entrer et sortir les glaces, des ouvertures pour donner graduellement accès à l'air froid quand on veut refroidir le four, un carneau pour conduire les fumées à une cheminée desservant plusieurs carcaisses.

La construction de la sole de ces fours exige des soins particuliers: les briques, bien dressées sur toutes leurs faces, sont placées de champ, reposant sur une couche de sable tamisé, d'un grain uniforme et bien sec; elles sont juxtaposées, sans ciment, toutes les parties de la sole devant se dilater librement : le dresseur de carcaisses vérifie souvent, au moyen d'une longue règle et d'un niveau, la sole de ces fours qui doit être parfaitement plane.

Autrefois le verre était fondu dans des pots, puis transvasé et affiné dans d'autres qu'on enlevait avec la grue pour le déverser sur la table de coulage. Ce transvasement, qu'on appelait *trèjetage*, est aujourd'hui abandonné. La fonte, l'affinage, le coulage se font avec le même pot ou cuvette.

Les cuvettes sont, suivant les usines, tantôt à section rectangulaire, avec les angles arrondis, tantôt rondes ou ovales. Les dernières paraissent devoir être préférées, parce qu'elles occupent moins de place dans le four. Elles ont de 75 centimètres à 1 mètre de hauteur; leur épaisseur est de 6 à 7 centimètres pour les côtés et de 10 centimètres pour le fond. Elles contiennent de 300 à 500 kilogr. de verre fondu.

Elles portent à la ceinture, sur leur pourtour extérieur, vers le milieu de la hauteur, une rainure creuse qui permet de les saisir fortement avec les tenailles. La confection de ces creusets est la même que celle des pots ordinaires de verrerie; la façon doit en être aussi soignée que possible, car elles sont exposées à plus de fatigue. Lorsque leur fabrication est terminée, on les laisse sécher à l'étuve, pendant quatre à six mois on les cuit dans un four spécial, qui en renferme toujours cinq à six, et on les introduit déjà rouges dans le four de fusion.


Fig. 524.
Tenaille pour saisir la cuvette.

Une cuvette de bonne qualité fournit, en moyenne, trente coulées.

Supposons que la coulée vienne d'être faite; le four de fusion est garni de ses douze cuvettes vides, qu'on vient de replacer successivement sur leur siége. Le tiseur réchauffe son four. Quelques heures après, on enfourne une partie de la composition de manière à remplir les cuvettes. La matière, en fondant, prend un retrait considérable, et bientôt elle n'offre plus que le tiers

ou le quart de son volume primitif. Trois heures après, on fait un deuxième enfournement, puis un troisième, après un même laps de temps. Si la fonte ne se fait pas également bien dans toutes les cuvettes, le tiseur s'en aperçoit et fait mettre quelques pelletées de calcin dans le pot qui se trouve en retard.

Sept à huit heures après, le verre est fondu; mais il est rempli de bulles, qu'un feu violent et soutenu doit faire disparaître; c'est ce qu'on appelle l'*affinage,* qui dure cinq à six heures.

Au bout de ce temps, le verre a pris une transparence complète; seulement, il est trop chaud, trop liquide pour être coulé. Il faut le laisser reposer pendant quelques heures dans les cuvettes, en modérant la température, dans le but de lui donner un état convenablement pâteux; cette phase de la fonte est ce qu'on nomme *faire la braise.*

En somme, la *fusion des matières,* l'*affinage,* la *braise* durent vingt-quatre heures. On coule, par exemple, tous les matins, de six heures à sept heures. Dans quelques établissements, la coulée se fait au bout de dix-huit à vingt heures.

La consommation d'un four est de 5,000 à 7,000 kilogrammes de houille par coulée; un four à douze cuvettes peut fournir 80 à 100 mètres superficiels de glaces de 10 millimètres d'épaisseur, pesant 25 kilogr. le mètre carré, soit 2,000 à 2,500 kilogr.

La *coulée* des glaces est l'une des opérations industrielles les plus hardies, les plus curieuses qu'on puisse voir. Elle exige beaucoup d'ensemble et de promptitude. En moins d'une heure, il faut couler douze glaces, ayant chacune, en moyenne, de 6 à 8 mètres superficiels, les enfourner dans les carcaisses et rentrer les cuvettes dans le four.

Des ouvriers enlèvent vivement, avec une longue fourche montée sur roues, la tuile d'ouvreau qui masque le creuset, en introduisant les extrémités de la fourche dans les deux trous pratiqués dans cette tuile qu'ils déposent contre la paroi extérieure du four.

La cuvette est aussitôt saisie à la ceinture avec une grande tenaille montée sur roues; on pèse sur elle et on l'enlève pour la poser sur un petit chariot en fer, qu'on traîne au pas de course au pied de la grue ou potence. On *écrème* le verre. Cette opération consiste à enlever, au moyen d'instruments plats ou recourbés qu'on nomme *sabres*, *grappins*, etc., les saletés qui se trouvent à la surface du verre.

La tenaille (fig. 524), terminée par deux longues branches,

saisit la cuvette à sa ceinture; cette tenaille est suspendue par chaînes en fer, qui passent sur une poulie située au haut d potence B, et qui s'enroulent sur un tambour placé à sa pa inférieure.

On nettoie alors la cuvette à l'extérieur, afin qu'aucune ord ne puisse tomber sur la table.

Au-dessous de la cuvette, ainsi suspendue (fig. 523, E), se tro la table en fonte C, sur laquelle le verre va s'étaler. Elle est cha et elle vient d'être nettoyée; elle est munie des tringles mob qui doivent donner à la glace son épaisseur et sa largeur : ces tringles, repose le rouleau en fonte servant à lamine verre.

Enfin la carcaisse, située à l'un des bouts de la table, et même niveau, est à la température voulue pour recevoir glaces qu'on va couler : on a passé sur sa sole un grand râbl bois pour la nettoyer et pour égaliser le peu de sable qu'on répandu pour faciliter le glissement des glaces.

Tous ces préparatifs étant faits, la cuvette, suspendue à mètre environ au-dessus de la table, reçoit un mouvemen bascule qui renverse le verre le long du rouleau. La masse treuse s'écoule comme un flot de lave incandescente. On re aussitôt la cuvette et on l'écarte en y laissant une certaine qu tité de verre qui, ordinairement, est impur. Le rouleau est im diatement mis en jeu; guidé sur les tringles, il parcourt la t d'une extrémité à l'autre en étendant uniformément le verr vient tomber en contre-bas sur un chariot mobile disposé po recevoir à la fin de sa course.

Deux mains en cuivre, placées sur les tringles et qui sui le mouvement du rouleau, maintiennent le verre et l'empêc de se déverser. Une glace qui présente des bavures est une g perdue, qui casse infailliblement pendant qu'on la recuit da carcaisse.

La glace étant coulée, au moyen d'une large pelle en équ on la pousse, encore rouge et à peine rigide, dans la carcaiss

Pendant que ces opérations s'exécutent, des ouvriers on mené dans le four la cuvette vidée. On a préalablement pro sur l'emplacement qu'elle y occupe, du charbon menu, d'empêcher, dans les fontes suivantes, l'adhérence de la cu avec le siége, par suite du verre répandu qui peut s'y trouver

La glace, une fois coulée et enfournée, est rangée dans la caisse, qui en reçoit six habituellement. Lorsque la carcaisse

[redacted]

pleine, on en ferme immédiatement l'ouverture avec des plaques de tôle ou de larges briques cimentées avec de l'argile. Après un séjour de vingt-quatre à trente heures, on laisse rentrer un peu d'air, puis on hâte graduellement le refroidissement jusqu'au troisième ou au quatrième jour.

Avant le défournement et souvent quand la carcaisse est encore très-chaude, un ouvrier y pénètre pour visiter les glaces. Quand il aperçoit une fissure, il l'arrête avec un fer rouge qu'il applique au point où cette fissure se termine.

Le défournement se fait sur une grande table en bois qu'on met au niveau de l'ouverture de la carcaisse. L'ouvrier équarrisseur coupe, avec une règle et le diamant, les bandes de la glace; on la porte ensuite, suspendue verticalement sur des courroies, dans l'atelier d'équarri brut.

La glace est visitée et débitée d'après ses défauts et suivant les commandes qu'on a à exécuter. Sa dimension ordinaire est de [illegible] à 10 mètres superficiels. Elle passe immédiatement à l'*atelier du douci*.

Travail mécanique des glaces.—La glace est scellée au plâtre sur une grande pierre dressée, ou bien sur une surface plane composée de plusieurs pierres maintenues par des madriers en sapin serrés par des boulons.

On la passe d'abord à la *ferrasse* pour la dégrossir : à cet effet, on fait mouvoir sur sa surface, sur laquelle on projette du sable quartzeux, et qu'on arrose sans cesse avec un petit filet d'eau, un cadre en bois garni de lames de fer maintenues par-dessous avec des vis noyées. On la retourne pour la dégrossir de la même façon sur l'autre face.

Les glaces dégrossies sont ensuite frottées l'une sur l'autre, *pour les doucir*, avec du grès plus fin. La glace supérieure est mobile et reçoit, au moyen d'une bielle, un mouvement circulaire et alternatif; l'autre glace est fixe.

Puis le sable est remplacé par l'émeri dont on emploie, pour cette opération, les plus gros numéros.

Les glaces, après le doucissage, sont lavées, dressées contre le mur de l'atelier et soumises à une seconde visite. On les classe d'après leurs défauts; une partie est renvoyée au douci; une autre passe à l'*atelier du savonnage*, après qu'on en a dressé les bords.

Le *savonnage* est fait habituellement à la main. Sur une glace posée sur une table, quatre femmes font mouvoir une autre

glace, en la poussant chacune par un angle. Elles interpo[...] entre les deux surfaces de l'émeri en pâte, délayé dans l'eau de plus en plus fin. Cette opération a surtout pour objet d'enle[...] les piqûres, les aspérités qu'a laissées le sable. C'est un tra[...] long et pénible. Une femme ne fait, par journée de onze heu[...] que 1 mètre à 1m50 de glace des deux côtés. Comme les dé[...] qu'il faut effacer sont inégalement répartis sur le verre, [...] comprend que ce travail n'a pu être fait jusqu'à présent que [...]nuellement.

Les glaces sont nettoyées, visitées et classées une troisiè[...] fois : celles qui sont dans de bonnes conditions passent à l'*at[...] du polissage*. Elles sont mates, et il s'agit de les rendre trans[...]rentes, de les polir, en les frottant avec des feutres garnis [...] colcotar.

Cette matière est du peroxyde de fer rouge, aussi pur, au[...] ténu que possible. On le prépare par le broyage, le tamisage [...] la décantation; on le met en petits pains comme le blan[...] d'Espagne.

On se sert, pour donner le poli, d'appareils mécaniques d'une construction compliquée et coûteuse.

Il faut huit à dix heures pour polir d'un côté 5 à 6 mètres su[...]perficiels de glace.

Pour l'ensemble des opérations mécaniques qu'on lui fa[...] subir, une glace reste quatre à cinq jours au moins dans l[...] ateliers.

Enfin, les glaces polies sont soumises à une quatrième visi[...] qui se fait à la lumière dans une chambre noire. Cet examen [...] surtout pour objet de déceler les filandres, les défauts les moi[...] apparents, et de les classer pour la vente, en raison des dime[...]sions, des défauts et des qualités qu'elles présentent.

VERRE A BOUTEILLES.

Les matières premières qu'on emploie pour la fabrication [...] verre à bouteilles sont de nature très-diverse, selon les localit[...] On se sert autant que possible de celles qu'on a sous la main, a[...] d'économiser les frais de transport. On emploie les sables du pa[...] en donnant la préférence à ceux qui, étant calcaires, argile[...] ferrugineux, apportent avec eux une partie des fondants néc[...]saires à la production économique du verre.

A Rive-de-Gier et à Givors, dans les usines dirigées [...] M. Ch. Raabe, lesquelles contiennent 22 fours pour la fabricati[...]

à bouteilles, la composition qu'on employait il y a quelques années était la suivante :

Sable du Rhône	100
Chaux éteinte	24
Sulfate de soude	8

Le sable du Rhône est ferrugineux et contient 20 pour 100 de calcaire.

Dans la verrerie de M. de Violaine, à Vauxrot, près Soissons, où l'on produit, avec quatre fours, quatre millions de bouteilles champenoises, les matières premières mises en œuvre sont les sables calcaires, les cendres neuves et lessivées du pays, qu'on nomme *charrées;* la craie de Champagne, les soudes de varech, le sel de soude, le sulfate de soude, la soude factice.

En Belgique, dans la province de Charleroi, M. Houtart-Rouller fait usage du mélange suivant :

100 parties de sa composition renferment :

Sable du pays	10
Cendres de tourbe (de la Hollande)	20
Sulfate de soude	15
Calcaire	5
Groisil ou tessons de bouteilles	50

D'après ces mélanges, la composition du verre à bouteilles est très-variable; les fondants ordinaires, la soude et la potasse, s'y trouvent eux-mêmes en grande partie remplacés par des fondants multiples d'un prix moins élevé; c'est-à-dire par la chaux, la magnésie, l'alumine, l'oxyde de fer, etc.

Il est important de produire des bouteilles soufflées bien régulièrement et bien recuites, surtout pour celles qui sont destinées à contenir les vins mousseux; autrement la casse, surtout pendant les premiers temps de la fermentation, devient très-considérable. Elle est en moyenne, dans les caves de Reims et d'Épernay, de 10 pour 100; mais elle s'élève, dans certaines années et avec certaines bouteilles, à 50 pour 100 et au delà. On a construit diverses machines d'épreuve pour mesurer la résistance des bouteilles; les bonnes bouteilles résistent à une pression de 25 à 35 atmosphères.

Fabrication des bouteilles.—La fusion des matières premières se fait dans des fours analogues à ceux qui servent pour le verre à vitres. On n'ajoute pas de charbon pour décomposer le sulfate de soude, ainsi qu'on le fait pour le verre à vitres ou à gobeleterie commune; il est probable que l'oxyde de carbone et les gaz hy-

drogénés qui se trouvent dans les produits de la combustion facilitent cette décomposition.

Les creusets sont ronds, ovales ou rectangulaires; ils reçoivent chacun 600 à 1,000 kilogr. de matière frittée, dont le rendement utile est de 80 pour 100 de verre fondu.

La fonte dure douze à treize heures; le travail, quatorze heures, en y comprenant deux heures de repos. On fait par heure 75 à 80 bouteilles ordinaires ou 50 bouteilles champenoises.

La fonte, le travail et le recuit de 100 bouteilles ordinaires consomment 60 à 75 kilogr. de houille; pour les bouteilles champenoises, la consommation est de 200 kilogrammes.

On fait 245 à 250 fontes par an et par four contenant 8 pots; après ce temps, le four est hors de service. Il a fait 1 million de bouteilles.

Pour deux pots, il y a un four à recuire dans lequel les bouteilles sont portées aussitôt qu'elles sont façonnées.

Le travail se fait avec une extrême rapidité, avec le concours de quatre ouvriers.

Le *gamin* cueille le verre une première fois. Il passe sa canne au *grand garçon*, qui la charge d'une nouvelle quantité de verre et lui imprime le mouvement qui donne à la pièce la forme allongée.

Le *souffleur* souffle la bouteille, la met au moule, en fait le fond et le collet.

Le moulage se fait dans trois moules secs en terre, cerclés de fer. Le fond est produit par la compression d'un outil sur le fond plat de la bouteille au sortir du moule, pendant que l'ouvrier tourne sa canne dont l'embouchure s'appuie sur le sol. Pour le collet, on lui apporte un peu de verre fondu qu'il enroule sur le col de sa pièce; de même pour les bouteilles qui reçoivent un cachet qu'on imprime avec une pièce gravée en fer, comme on le ferait avec la cire à cacheter.

La bouteille terminée est détachée de la canne, reçue par le *porteur* sur une fourche en fer et introduite dans le four à recuire. Celui-ci a un foyer au centre; de chaque côté viennent se ranger les bouteilles, qu'on empile ensuite les unes sur les autres jusqu'à ce que le four soit plein. On laisse tomber le feu, on ferme les ouvertures, et, au bout de quarante-huit heures, on en retire les bouteilles recuites.

D'autres fours à recuire sont à feu continu. Ils se composent

d'une longue galerie chauffée, vers le milieu, par un foyer et terminée par des portes à ses deux extrémités. Le four est traversé par une chaîne en fer sans fin à laquelle sont accrochés des chariots sur lesquels on dépose les objets à recuire. Ils entrent par un bout, et sortent par l'autre convenablement recuits et refroidis.

Ce même four continu est en usage pour recuire les objets de gobeleterie en verre ou en cristal.

On peut donner aux bouteilles une capacité constante en se servant de moules métalliques; celui que représente la fig. 525 est dû à M. Carillon.

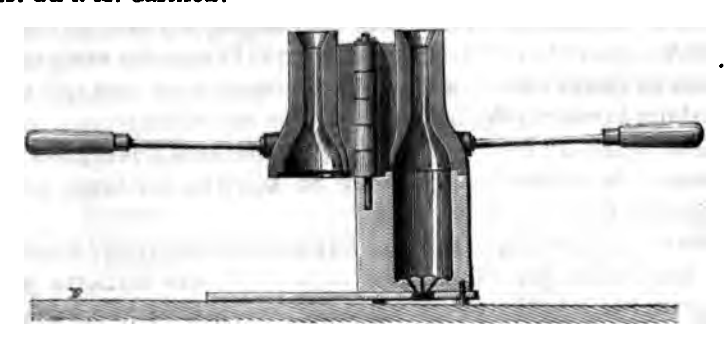


Fig. 525.—Moule à bouteilles.

Ce moule est destiné à faire des bouteilles bordelaises à fond plat, d'une capacité de 70 centilitres et du poids de 750 grammes.

Le moule étant préalablement échauffé et maintenu fermé, on commence la paraison; le verre est cueilli avec la canne, marbré sur la plaque de fonte, cueilli de nouveau, moulé dans un moule en bois de hêtre mouillé; l'ouvrier souffle légèrement, réchauffe sa pièce à l'ouvreau, puis la laisse pendre un instant pour former le goulot. A ce moment, le gamin ouvre le moule qui reçoit la paraison; il le ferme, et l'ouvrier souffle d'abord avec la bouche et immédiatement après avec le *piston* (pompe de Robinet). La bouteille est passée au chef de place qui la met sur un calibre pour en fixer la longueur, la détache de sa canne en rognant le goulot d'après cette mesure, la prend par le corps avec un *sabot*, instrument qui remplace le pontil, la met à l'ouvreau pour arrondir le goulot, et en fait la bague avec du verre qu'un gamin lui apporte au bout d'un pontil. La bouteille, ainsi terminée, est portée au four à recuire.

Le fond du moule est percé de très-petits trous destinés à la

sortie de l'air; sans ces trous, le verre n'épouserait pas exactement les contours du moule.

Ce mode de fabrication est évidemment plus lent et plus coûteux que celui qu'on suit habituellement, mais il fournit des vases exactement calibrés.

La couleur des bouteilles qu'on fabrique en France est d'un vert plus ou moins foncé; elle est due au silicate de protoxyde de fer. Celles qu'on fait en Angleterre pour les bières fortes sont presque noires; en Allemagne, pour les vins du Rhin, les bouteilles sont d'un jaune brun; cette couleur est due à l'addition de l'oxyde de manganèse. La coloration des bouteilles, indice de l'imperfection des anciens procédés de fabrication, n'a aucune raison d'être aujourd'hui. Il serait à désirer que l'usage des vases incolores ou moins colorés s'introduisît, surtout pour ceux qui sont destinés à contenir des boissons.

Fabrication du verre de Bohême.—Des conditions privilégiées ont donné à la fabrication du verre en Autriche un large développement.

Favorisée par une expérience fort ancienne dans cette branche de fabrication, par l'abondance et la pureté des matières premières, par le bas prix de la main-d'œuvre, la Bohême est depuis longtemps en possession d'une supériorité que, sous plusieurs rapports, nul autre pays ne peut lui contester.

Le verre de Bohême rivalise avec le cristal pour le mérite de sa fabrication, et avec la gobeleterie commune pour son bon marché. Il a beaucoup de dureté et d'éclat. Il reçoit par la taille un très-beau poli; il est très-bien fondu, remarquable par son homogénéité et son parfait affinage.

Sa teinte est habituellement légèrement jaunâtre, malgré les soins qu'apportent les Bohêmes à exclure de leurs matières premières les divers oxydes colorants qu'elles peuvent contenir. Quelques marchands du pays croient qu'il a la faculté de prendre une teinte jaune plus marquée à l'air ou à la lumière; ce qui les conduit à conserver leurs verres soigneusement enveloppés dans des armoires obscures. La réalité de ce fait est contestée par d'autres.

En raison de la proportion considérable de silice qu'ils renferment, les verres de Bohême sont fabriqués à une température très-élevée. Comme ils sont difficilement fusibles, ils se prêtent mieux que tous les autres à recevoir des décors au feu de moufle. Ils résistent parfaitement à l'action des agents chimiques.

Les verres allemands, pour les laboratoires de chimie, sont d'une qualité très-supérieure à celle des verres de même usage qu'on fabrique chez nous. Nous n'avons pas pu obtenir encore de nos verriers qu'ils fissent couramment, pour nos laboratoires, des ustensiles en verre, notamment des tubes pour les analyses organiques, d'une qualité équivalente à celle des verres allemands.

Les Bohêmes excellent dans la fabrication des verres colorés dans la masse; la plupart des couleurs actuellement en usage en France ont été découvertes par eux. Le prix de leurs verres de couleur n'est souvent pas plus élevé que celui des verres blancs. Ils excellent surtout pour la gravure du verre. Presque tous les bons graveurs employés dans nos verreries viennent de la Bohême.

Composition des verres de Bohême.—Les verres blancs présentent, en général, d'après mes analyses, la composition suivante :

	1.		2.		3.
Silice	77	-	76	—	75
Potasse	14	—	16	—	13
Chaux	8	—	7	—	9
Alumine et oxyde de fer	1	—	1	—	3
	100		100		100

Il est évident que ces verres ont été fabriqués avec des matières employées sensiblement dans les mêmes proportions.

En supposant que les matières premières soient pures, les proportions de la composition seraient à peu près les suivantes :

100 parties quartz pulvérisé.
13 à 15 chaux éteinte.
28 à 32 carbonate de potasse.

Cette composition se rapproche beaucoup de la suivante, qui m'a été communiquée dans une des verreries situées aux environs de Gratzen, en Bohême:

100 parties quartz pulvérisé.
17 chaux éteinte.
32 carbonate de potasse.
1 oxyde de manganèse.
3 arsenic blanc.

Fours de fusion.—Ces fours A sont de petite dimension, leur voûte, fig. 526, est ordinairement construite d'une seule pièce, en argile damée. Ils sont elliptiques, et leur flamme, après avoir circulé librement autour des pots, qui sont au nombre de sept à huit, se dégage dans un second four rectangulaire B, destiné à

la cuisson des pièces, à celle de la chaux, ou bien qui sert à chauffer le quartz, qu'on étone pour le rendre friable. Dans beaucoup de verreries, la chaleur perdue se dégage en sortant de cette arche dans deux carcaisses fermées par des portes en tôle, qui reçoivent le bois à dessécher, lequel est placé sur un châssis tournant qui rend plus facile son introduction et sa sortie de l'étuve, quand il est sec. Souvent le bois est simplement empilé et desséché sur la plate-forme du four à recuire les pièces.

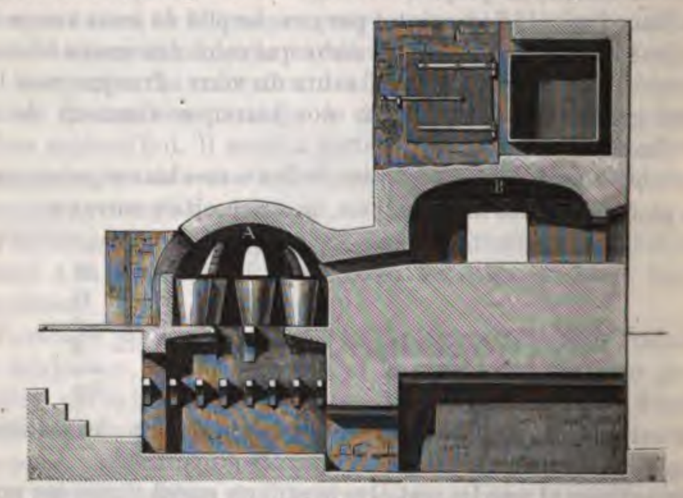


Fig. 526. — Four à verre de Bohême.

Les pots ou creusets reposent sur un siége elliptique en terre réfractaire; ils ont été introduits par le foyer qui est en contre-bas du sol, et auquel on arrive par une voûte souterraine. Souvent le four a deux foyers, dans lesquels on brûle des bûches de sapin de 1m30 de longueur; il a ordinairement 2 mètres sur 1m50 de diamètres intérieurs. La plupart des verreries ont deux fours, dont l'un est en activité et l'autre est en réparation.

Les pots sont de petite dimension; ils ne reçoivent chacun que 55 à 70 kilogr. de composition, dont la fusion exige au moins dix-huit heures d'un feu très-vif. Le travail du verre fondu se fait en douze heures; la verrerie fait cinq *travaux* par semaine.

Les Bohêmes économisent le verre avec une habileté surprenante. Pour le cueillir, une canne, ordinairement très-légère, est introduite dans le creuset par l'ouvreau, devant lequel se trouve le creuset qui sert au travail de l'*atelier*. Chaque atelier ne se compose que d'un souffleur et de son aide. L'outillage en est des

plus simples. Plusieurs cannes et tiges de fer pleines; une auge contenant de l'eau pour refroidir le verre, avec une sorte le fourche fixée à l'une de ses parois; une plaque de fonte (*marbre* ou *madre*) qui sert à parer le verre; une autre auge qui reçoit les débris de verre; une palette en bois dont une surface est concave et qui, étant mouillée, sert à arrondir le verre, de grossiers ciseaux à longues branches, destinés à découper les bords des pièces façonnées; quelques pinces et compas en fer ou en bois; tels sont, avec les moules en bois, en métal ou en terre, les outils qui, dans les verreries de Bohême, comme dans les cristalleries, servent à façonner tous les objets de gobeleterie, aussi variés par leurs formes que par leurs usages.

Le verre étant cueilli et paré, le souffleur forme d'abord une boule épaisse qu'il arrondit, puis qu'il allonge, en promenant à sa surface un morceau de bois mouillé, pendant qu'il imprime à sa canne un lent mouvement de rotation. Il réchauffe sa pièce, puis il l'introduit dans un moule creux en bois, à deux compartiments séparés, que l'aide rapproche aussitôt; il souffle fortement et donne ainsi à la pièce sa forme et sa dimension. L'emploi des moules en bois, qu'on doit aux Bohêmes, est aujourd'hui répandu dans toutes les verreries. Ils ont le grand avantage de ne pas rayer le verre. On les remplace quelquefois par des moules en terre qui s'usent moins rapidement. Quand on se sert de ces derniers, on les saupoudre intérieurement de résine en poudre, laquelle produit, en s'enflammant, une couche de charbon et une atmosphère de gaz qui neutralisent l'effet que produiraient les petites aspérités du moule.

Pour faire, par exemple, une chope à bière, la pièce, en sortant du moule en bois à deux compartiments, présente la forme A.

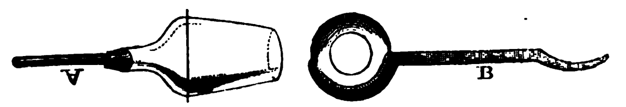


Fig. 527. — Fabrication d'une chope à bière.

En refroidissant avec un fer le mors de la canne à laquelle elle adhère, celle-ci se trouve séparée. On enlève la calotte du verre en le tournant pendant quelques instants, suivant la même ligne, sur une barre épaisse de fer rougi, B; l'ouvrier touche alors avec son doigt mouillé l'un des points chauffés; il se produit une fente circulaire qui amène la chute de la calotte supérieure.

La chope est recuite et ses bords sont usés à la roue de tailleur. Ces bords sont l'un des caractères particuliers aux verres de Bohême; ils sont à arêtes vives, moins solides qu ceux qui sont arrondis au feu, ainsi qu'on le fait dans nos verreries; mais cette manière de travailler, qui dispense d'*empontir* les pièces, économise tellement la matière vitreuse, qu'on assure que le verre qui n'entre pas dans les pièces de gobeleterie ne représente que le quart du verre fondu, tandis que, pour le cristal, il s'élève à la moitié au moins de la matière mise en œuvre. Ce groisil sert, comme on sait, pour les fontes ultérieures, qu'il rend plus faciles.

Fabrication du cristal.—Les proportions des matières premières qui servent à produire cette espèce de verre varient fort peu. On emploie ordinairement :

Sable très-blanc........................... ...	300
Minium....................................	200
Potasse....................................	100
Groisil (débris de cristal)..................	300 à 500

On ajoute quelques millièmes d'oxyde de manganèse pour blanchir le verre.

Quelquefois une partie de la potasse (20 à 25 pour 100) est remplacée par du nitre. Cette matière, qui donne du verre très-beau, ne peut pas être employée en quantité trop considérable, d'abord à cause de son prix élevé, ensuite parce qu'elle attaque et ronge rapidement les creusets.

Voici la composition de divers échantillons de cristal :

Silice................	61.0	51.1	54.2	57.5
Oxyde de plomb.....	33.0	38.3	34.6	32.5
Potasse.............	6.0	7.6	9.2	9.0
Soude............ ..	»	1.7	0.9	1.0
Alumine.............	»	0.5	0.5	»
Oxyde de fer.........	»	0.3	»	»
Oxyde de manganèse.	»	0.5	»	»
Chaux....	»	»	0.4	»
	100.0	100.0	99.8	100.0

On emploie pour la fusion deux sortes de pots ou creusets.

Si le combustible qu'on emploie est le bois, comme on ne le fait guère plus maintenant qu'à Baccarat et à Saint-Louis, et encore pour une partie seulement de la fabrication, les pots sont *découverts*, ronds ou elliptiques, comme ceux qui servent pour les autres sortes de verres.

Pour le cristal à la houille, les pots sont *couverts* et ronds. Les cendres toujours ferrugineuses de la houille et les gaz résultant de sa combustion donneraient, par leur contact avec le verre, des produits d'une mauvaise couleur.

Le bois ne doit être introduit dans le four qu'après avoir été préalablement desséché. A Baccarat, le four à billettes est construit de telle sorte, que les chariots en fer sur lesquels on charge les billettes de hêtre y sont poussées sur un chemin de fer, et y pénètrent par une trappe qui se referme aussitôt. Le chariot qui entre fait sortir le chariot chargé de bois desséché qui se trouve à l'autre extrémité. Le foyer est disposé de manière que la chaleur soit d'autant plus forte que les chariots pénètrent plus avant dans cette étuve. Cette dessiccation est coûteuse, car on brûle une partie de bois pour en dessécher dix; mais elle est indispensable. Sans elle, la température du four de fusion ne serait pas assez élevée, et les produits de la combustion du bois humide auraient pour effet de colorer le cristal, en amenant à l'état métallique une petite partie de l'oxyde de plomb.

La figure ci-dessous représente un four de fusion du cristal à la houille, à pots couverts.

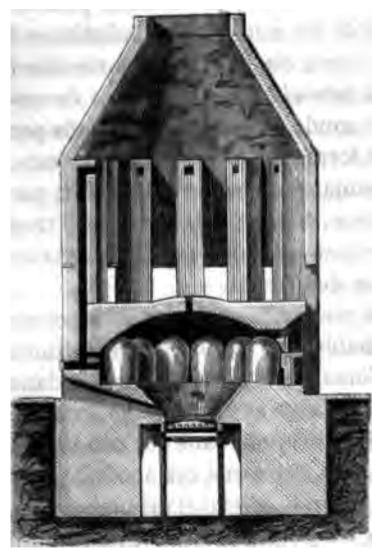


Fig. 528.— Four à cristal.

Les matières premières qu'on introduit dans les pots doivent être aussi pures que possible, exemptes surtout de cuivre, de fer et d'autres principes colorants.

Le sable vient de Fontainebleau ou de Champagne. Il est lavé, tamisé et séché. Les Belges et les Anglais eux-mêmes sont obligés d'emprunter leur sable à ces localités, quand ils veulent obtenir de beaux cristaux.

On emploie les meilleures potasses d'Amérique, de Toscane, ou bien la potasse raffinée indigène, provenant du travail de la betterave. Les potasses d'Amérique et, en général, toutes celles qui viennent des cendres de bois, sont soumises au raffinage.

La potasse indigène raffinée est aujourd'hui généralement em-

ployée en France. Elle est exempte d'oxydes colorants; mais elle renferme encore 5 pour 100 environ de sels de soude qui nuisent un peu à la nuance du cristal et qui obligent à la raffiner de nouveau, quand il s'agit de faire des produits de très-belle qualité. Sans qu'on puisse en indiquer la cause, la soude ne donne pas du verre parfaitement incolore : les verres à vitres, les glaces, vus par la tranche, montrent une coloration verte très-marquée.

Le minium est fabriqué avec du plomb de qualité supérieure, qu'on tire d'Espagne ou d'Angleterre.

On essaye cet oxyde en en fondant une petite quantité sur un fragment d'assiette de porcelaine ou de faïence. S'il est de bonne qualité, la matière fondue est d'un jaune clair. La teinte verte indique la présence du cuivre. Les miniums de qualité inférieure sont employés, selon leur nature, pour les cristaux colorés.

D'autres matières interviennent quelquefois dans la fabrication du cristal. MM. Maës et Clemandot, qui ont à Clichy une cristallerie dont les produits ne sont pas moins recherchés que ceux de Baccarat et de Saint-Louis, ont montré, il y a quinze à vingt ans, que l'acide borique peut jouer un rôle fort utile dans la fabrication des verres de luxe.

La présence de ce fondant permet, en effet, de modifier profondément la nature du cristal; l'oxyde de zinc peut se substituer à l'oxyde de plomb; la soude, la chaux ou la baryte deviennent aptes à remplacer la potasse. Les *boro-silicates* de zinc et de potasse, de potasse et de baryte, de soude et de zinc, fabriqués par MM. Maës et Clemandot, soit sous forme de pièces de gobeleterie, soit pour verres d'optique, sont remarquables par leur éclat, par leur limpidité et par leur blancheur. Mais le prix beaucoup trop élevé de l'acide borique ne permet pas que cette substance puisse servir couramment à la fabrication des verres.

La baryte a été employée dans plusieurs verreries sous forme de carbonate artificiel; il est probable que cette substance finira par prendre rang parmi les matières premières employées dans l'industrie du verre. Elle peut remplacer avec avantage, comme fondant, la potasse ou la soude, et, fabriquée dans des conditions industrielles, elle est d'un prix moins élevé que ces alcalis.

Les substances qui doivent composer le cristal étant mélangées, on enfourne la composition dans les pots. La fonte exige douze à seize heures de feu, le travail douze à quatorze.

La façon du cristal est la même que celle du verre de Bohême, avec cette différence que presque toutes les pièces creuses sont

empontiés; leurs bords sont, par suite, ramollis au feu. Le travail est d'ailleurs rendu plus facile, tant par suite de la plus grande fusibilité du cristal qu'à cause de sa résistance à la dévitrification, ce qui permet de réchauffer les pièces un plus grand nombre de fois.

Pour faire, par exemple, un pot à eau, la quantité de verre nécessaire étant cueillie et *marbrée*, on souffle pour *faire la paraison*, on introduit la *poste* dans le moule, et on souffle de manière qu'elle en occupe toute la capacité (fig. 529, A). Le maître ouvrier, assis sur son banc, reçoit la canne et, la faisant tourner, pare le bout du cylindre avec ses fers, en étrangle le col, ajoute le cordon de verre qui forme les nervures de la pièce.

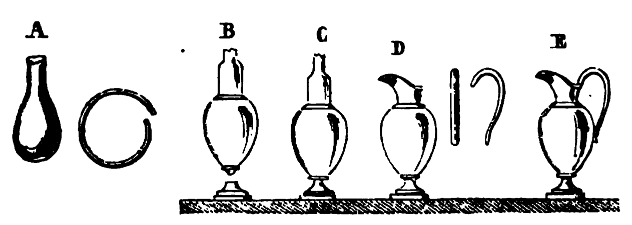


Fig. 529. — Fabrication d'un objet de gobeleterie en cristal.

Pendant ce travail, on a cueilli et marbré, au bout d'un pontil, un morceau de cristal, qu'on aplatit et qu'on soude au cylindre de manière à former le pied du vase (B, C). La pièce étant ainsi empontie, on la refroidit avec les fers dans sa partie supérieure; au moyen d'un coup sec, on la détache de la canne qui a servi à la souffler; fixée à son nouveau pontil, elle est réchauffée; son col est d'abord évasé, puis découpé avec des ciseaux (D). Les bords sont arrondis par une nouvelle chaude. Cependant, on a préparé un cylindre plein qu'on a légèrement aplati et courbé avec les pinces. Ce cylindre est posé et ajusté par le maître ouvrier, de manière à former l'anse du pot à eau (E), dont la façon se trouve ainsi terminée.

La pièce est enfin *dépontillée* et portée, sur une fourche, à l'arche à recuire.

Cette arche consiste ordinairement en une longue galerie qui reçoit une partie de la chaleur perdue du four de fusion, et qui en est comme un appendice.

L'ouverture par laquelle on introduit les pièces aussitôt qu'elles sont terminées, est contiguë à la hotte du four de fusion. Ces pièces sont placées dans des caisses plates en tôle, qui chemi-

nent lentement, une fois pleines, vers l'autre extrémité de l'arche, où elles arrivent froides et recuites.

Cristaux moulés.—On fabrique un grand nombre d'objets par la compression du cristal mou dans des moules à plusieurs pièces en bronze ou en fonte. Ces objets, qu'on obtient avec une grande économie de temps et de matière, sont faciles à distinguer, par leurs arêtes mousses, de ceux qui ont été taillés. Quelquefois une pièce ébauchée par le moulage est achevée par la taille plus ou moins riche qu'elle reçoit.

Taille des verres et des cristaux.—On se sert, pour ce travail, de meules verticales en fer, en pierre ou en bois, mues avec le pied de l'ouvrier, ou bien par un moteur hydraulique ou à vapeur. La pièce est dégrossie avec du sable sur la meule ou roue en fer qui reçoit d'un vase supérieur un très-petit filet d'eau. Elle est ensuite doucie sur une meule en grès, puis sur une meule en bois, d'abord avec les boues des sables ayant déjà servi, ensuite avec de l'émeri de plus en plus fin. Enfin, on la polit avec une roue en bois et de la potée d'étain; on termine le travail sur une roue en liége ou garnie de laine et avec du colcotar.

On se sert, pour tailler, polir ou graver les verres, tantôt des faces planes et latérales des meules, tantôt de leurs arêtes.

Gobeleterie en verre, fine et ordinaire.—Cette branche de fabrication fournit tout ce qui compose le service de table pour les petits ménages, pour les cafés, les cabarets, etc., ainsi que les articles de parfumerie, de pharmacie, de laboratoire et d'éclairage commun. D'après M. Godard-Desmaret, propriétaire de la verrerie de Trélon (Nord), cette fabrication a lieu dans soixante-dix usines; elle active une centaine de fours et occupe 20,000 ouvriers. La quantité de produits qu'elle livre au commerce, en France, s'élèverait à plus de 20 millions de francs.

Les matières premières sont le sable, la chaux éteinte, le sulfate de soude ou le sel de soude. Ce dernier ne s'emploie que pour le verre fin qu'on désigne aussi sous le nom de *demi-cristal.*

Pour une potée de 250 kilogr., on emploie à Trélon :

Sable..............................	200 kil.
Sel de soude........................	66
Chaux..............................	50

On brûle quatre stères de bois, pesant 1,540 kilogr. Le prix de revient, pour les matières premières et le combustible, est de 50 fr. 32 c. les 100 kilogr. de produit marchand.

[redacted]

En Belgique, le *demi-cristal* est fondu à la houille, dans des pots couverts, comme le cristal..

Le travail de ce verre étant le même que celui du verre de Bohême et du cristal, je ne parlerai pas plus longuement de cette fabrication. Je dois seulement constater que, depuis une quinzaine d'années, elle a fait en France de très-grands progrès. On fait aujourd'hui à Rive-de-Gier, à Vallerysthal, à Trélon, etc., des verres ordinaires d'une fabrication assez soignée pour que, dans la boutique du marchand en détail, l'acheteur les confonde quelquefois avec le véritable cristal.

Cristaux et verres incolores, translucides ou opaques.—Ces produits forment une transition naturelle entre les cristaux et les verres ordinaires, et les mêmes produits diversement colorés.

Verre d'albâtre.—On désigne sous ce nom, ou sous celui de verre *pâte de riz*, le verre avec ou sans plomb qui, sous forme d'objets minces, présente un aspect translucide, d'un blanc laiteux.

Cet aspect paraît dû à de la silice, non encore vitrifiée, qui reste interposée dans la masse sous forme de grains homogènes très-fins; c'est par conséquent du verre travaillé avant qu'il ait subi un affinage complet. On facilite la production de ce verre en ajoutant à la composition une certaine quantité de sulfate de potasse.

Par l'addition d'oxydes colorants, on obtient des verres *pâte de riz* de couleurs variées.

Verre opale.—On ne connaissait guère en France, il y a trente à quarante ans, que cette sorte de verre pour les objets de fantaisie. Il est translucide avec les reflets rougeâtres de l'opale.

On l'obtient en ajoutant au verre ou au cristal environ 10 p. 100 de leur poids d'os calcinés (phosphate de chaux), réduits en poudre très-fine. Le verre fondu est transparent; c'est en réchauffant et en façonnant les pièces qu'elles deviennent opalines.

Émail.—C'est un verre dont l'opacité est due à l'oxyde d'étain qu'il renferme; ce corps, en effet, jouant le rôle d'acide, reste interposé dans le verre, ou donne naissance à du stannate de plomb qui ne se vitrifie pas.

Quelquefois l'opacité provient de l'acide arsénieux qu'on a ajouté au cristal en assez grande quantité.

L'émail est un verre très-plombeux, très-fusible. Il est employé pour recouvrir les plaques de cuivre ou de fer pour les cadrans de pendule et de montre; on en fait des tubes, des

perles, etc. Il entre dans la fabrication des verres doublés ou triplés. Les abat-jour des lampes sont ordinairement en cristal doublé d'émail.

On s'en sert également pour émailler la poterie de fer.

L'un des procédés pour préparer l'émail consiste à faire brûler à l'air un alliage formé de 15 parties d'étain et de 100 de plomb. On obtient ainsi une sorte de potée d'étain qu'on pulvérise, qu'on délaye dans l'eau, et dont on recueille, par décantation, les parties les plus ténues : c'est ce qu'on appelle la *calcine*.

On fond dans un creuset 200 parties de *calcine* avec 100 de sable et 80 de potasse purifiée.

Voici l'analyse de trois échantillons d'émail :

Silice	31.6 —	36.0 —	30.0
Potasse	8.3 —	6.0 —	20.0
Oxyde de plomb	50.3 —	53.0 —	40.0
Oxyde d'étain	9.8 —	2.0 —	10.0
Acide arsénique	» —	3.0 —	»
	100.0	100.0	100.0

Verre craquelé.—Les verres ou cristaux incolores ou colorés qu'on désigne sous ce nom présentent, sur leur superficie, des dessins irréguliers formant saillie, de la même ou d'une autre couleur que celle de la masse. Leur fabrication, faite d'abord en Bohême, est fort simple : quand la paraison est faite, on la promène sur une plaque de fer sur laquelle on a répandu du verre concassé en fragments irréguliers. Ce verre adhère à la masse vitreuse. On réchauffe la pièce, on la pare avec les fers, on la souffle et on termine sa façon par les procédés ordinaires.

Verres et cristaux de couleur.—La fabrication de ces produits de luxe, longtemps confinée en Bohême, a pris un grand développement dans les usines françaises depuis 1837, époque à laquelle des prix pour la création de ces produits ont été offerts, sur la proposition de M. Dumas, par la Société d'encouragement pour l'industrie nationale. Ces prix ont été remportés par MM. de Fontenay et Bontemps.

Le verre dissout la plupart des oxydes métalliques et prend, avec quelques-uns, des colorations qui n'altèrent pas sa transparence, et qui rappellent souvent la couleur des sels cristallisés formés par ces oxydes.

Indépendamment des oxydes de cobalt, de manganèse, de cuivre, de fer, d'uranium, d'antimoine, de chrome, d'autres

substances, notamment l'or et l'argent, le charbon et le soufre, sont des matières colorantes pour le verre.

On distingue, comme pour les verres à vitres de couleur, les verres teints dans la masse et les verres doublés ou à deux couches. On fait, de plus, des verres à trois et à quatre couches superposées, dans le but d'enlever ensuite par la roue de tailleur une partie de chacune de ces couches, et de produire ainsi des effets de coloration très-variés. Ces mêmes verres, dont la masse principale est incolore ou colorée, ou bien en verre d'albâtre blanc ou de diverses nuances, peuvent en outre recevoir de la dorure et de la peinture avec des couleurs de moufle. On voit combien sont grandes les ressources dont le verrier peut disposer pour obtenir ces produits de luxe et de fantaisie.

J'indiquerai sommairement les moyens de produire les principales colorations.

Verres et cristaux bleus.—On ajoute à la composition 1 à 3 pour 100 d'oxyde de cobalt. L'addition de l'oxyde de manganèse donne une nuance plus violacée.

Violet.—Cette couleur se produit avec 2 à 7 pour 100 d'oxyde de manganèse et 1 pour 100 d'oxyde de cobalt.

Bleu céleste.—On ajoute 1 pour 100 de bioxyde de cuivre à du verre ou à du cristal riche en alcali. Si le verre est très-siliceux, la couleur est verte.

Vert émeraude.—Cette coloration est fournie par 2 ou 3 dix-millièmes de sesquioxyde de chrome. Cet oxyde n'est dissous par le verre qu'en très-petite quantité.

Vert bouteille.—On se sert des battitures de fer, dont on ajoute 4 à 5 pour 100 à la composition.

Jaune.—4 à 5 pour 100 d'oxysulfure d'antimoine (verre d'antimoine) et 1 millième de pourpre de Cassius fournissent le jaune topaze; on obtient aussi cette nuance avec les peroxydes de fer et de manganèse.

Le sesquioxyde d'uranium donne au verre une belle couleur jaune avec reflets verdâtres (verre dichroïde). Pour la produire, on ajoute au verre (exempt de plomb) 2 à 5 pour 100 d'uranate de soude ou d'ammoniaque.

Le jaune plus ou moins orangé, ou tirant au brun, est fourni par le charbon très-divisé ou la fumée qui résulte de l'introduction de l'écorce de bouleau ou de la corne dans la matière en fusion; celle-ci est, bien entendu, du verre non plombeux.

L'argent donne, à la température du moufle, une belle colora-

tion jaune orangé. On l'applique au pinceau sous forme d'une bouillie claire formée de chlorure ou d'oxyde d'argent, de colcotar ou d'argile délayés dans l'essence. Quand la pièce a été cuite au moufle, on enlève à la brosse la poudre d'oxyde de fer ou d'argile qui reste sur le verre. Les verres les plus siliceux, les moins fusibles, notamment les verres de Bohême, sont ceux qui prennent le mieux cette couleur.

Rouge et rose.—On fond dans un petit creuset du cristal ordinaire avec addition de 1 millième d'or à l'état de chlorure. Le cristal présente l'aspect du cristal ordinaire; il a seulement une teinte un peu bleuâtre. On le coule en plaques.

On fait, d'autre part, une paraison de cristal ordinaire à laquelle on fait adhérer un petit fragment de cristal aurifère; en ramollissant ce verre à l'ouvreau, sa couleur rouge se développe; on le rabat avec les fers, on l'étend et on l'égalise sur la paraison.

On a cueilli, avec une autre canne, du cristal ordinaire dont on fait une paraison sur laquelle on fait adhérer celle à deux couches qu'on vient de faire, après qu'elle a été convenablement ramollie. On étend cette dernière sur la nouvelle paraison et on la rabat comme un champignon, avec les pinces. On a ainsi une pièce composée de trois couches de verre; la couche centrale est aurifère. Cette pièce est alors terminée par les procédés ordinaires.

On produit également la couleur pourpre en appliquant au pinceau, sur des verres très-siliceux, sans plomb, du bioxyde de cuivre très-divisé. Le carbonate de cuivre ou l'oxyde bleu hydraté, dont j'ai fait connaître récemment la préparation, conviennent très-bien pour cet usage. On ajoute quelquefois du fer métallique ou des battitures porphyrisées.

Ces verres sont chauffés dans un moufle, au milieu d'une atmosphère réductrice. Il se développe, à la surface des pièces, une belle couleur pourpre qui rappelle celle des vitraux.

Cette même coloration peut être produite également avec du verre à deux couches, travaillé comme le verre à vitres pourpre dont j'ai parlé précédemment.

Verre noir.—Cette couleur résulte d'un mélange d'oxydes de cuivre, de cobalt et de fer.

On l'obtient aussi au moyen du soufre introduit en nature dans la composition. Le verre *hyalithe*, qu'on fait en Bohême, est ainsi coloré. On ne peut pas dire exactement le rôle que joue le soufre pour produire cette coloration; elle est peut-être due à la formation d'un sulfure.

Verres façon de Venise.—La fabrication des verres filigranés, rubanés, à bulles d'air, des *millefiori*, etc., florissait à Venise au XVe siècle. On trouve, dans les collections, d'anciens verres vénitiens dont la perfection a été rarement atteinte par nos fabricants.

Verres rubanés.—On se procure un assortiment varié de petits tubes pleins en émail et en cristal colorés. La fabrication de ces tubes est facile. Je suppose qu'on ait à faire un tube bleu dont la section doit présenter une étoile blanche. Dans un moule plat, en fonte, préalablement chauffé et dans lequel une étoile se trouve gravée en creux, on fait tomber une petite quantité d'émail blanc fondu, qui ne remplit que le creux du moule.

Avec une paraison de verre bleu, on fait adhérer à ce verre l'étoile ainsi moulée. La pièce est parée et tirée avec les fers de manière à former un gros cylindre qu'on ramollit et dont on soude le bout à un pontil; les deux ouvriers, tenant ainsi chacun à leur pontil l'un des bouts du cylindre, s'éloignent rapidement; le cylindre se trouve changé à l'instant en un tube plein et mince de 10 à 15 mètres de longueur, bleu à l'extérieur, avec une étoile blanche à l'intérieur.

On comprend qu'on peut obtenir ainsi des dessins très-variés; vient-on, par exemple, à appliquer sur le cylindre, avant son étirage, un ou plusieurs fils d'émail coloré qu'on tourne en spirale, le dessin qu'on produit conserve sur le tube la même disposition, etc.

Ces tubes sont coupés de longueur, assortis et rangés en nombre convenable les uns à côté des autres, sur une plaque horizontale en terre, à rebords, frottée avec de la chaux pour éviter l'adhérence; on roule sur leur surface une paraison de cristal sur laquelle ces tubes se collent.

Le résultat est le même lorsque, après avoir placé verticalement les tubes dans un pot en terre, on introduit dans le pot et on y souffle une paraison de cristal. L'adhérence des tubes étant obtenue, la pièce se travaille de la même façon.

La pièce, ramollie à l'ouvreau, est égalisée avec les fers, soufflée, etc. On obtient ainsi des verres rubanés ou filigranés, avec dessins droits ou à spirales. Ces derniers se produisent en imprimant à la pièce, saisie à son extrémité avec les pinces, un mouvement de torsion.

Serre-papiers en millefiori.—Ces boules demi-sphériques, en verre plein, dans lesquelles on voit comme une quantité de petites fleurs à couleurs très-vives, ont été d'abord fabriquées à Venise et en Bohême. Devenues pendant quelques années un objet de mode

en France et en Angleterre, elles ont été faites en très-grand nombre et avec beaucoup plus de perfection par nos fabricants de cristaux.

De petits morceaux de tubes en émail, avec dessin intérieur, sont coupés de longueur avec une espèce de hache ; on les chauffe au rouge sur une plaque de terre pour émousser leurs angles, puis on les loge, en les assortissant, dans les nombreuses cavités que présente un disque épais en fonte.

En appliquant sur ce disque une paraison de cristal ordinaire qu'on enlève aussitôt, tous ces petits morceaux d'émail restent collés au cristal. On pare la pièce, on l'aplatit, et, le pontil reposant sur le sol, on fait couler sur sa surface horizontale le cristal nécessaire pour la couvrir et pour faire la boule ; celle-ci est arrondie avec une spatule concave en bois mouillé. Le serre-papier est alors séparé du pontil, soigneusement recuit et poli par-dessous à la roue de tailleur.

Aventurine.—L'aventurine est un verre jaunâtre dans lequel se trouve disséminée une infinité de petits cristaux tétraédriques très-nets et très-brillants; ce sont des cristaux de cuivre, de protoxyde de cuivre ou de silicate de cet oxyde. Lorsqu'il est poli, ce verre offre, à la lumière surtout, un aspect chatoyant qui le fait employer dans la bijouterie.

Beaucoup de tentatives ont été faites pour découvrir le tour de main sur lequel repose cette fabrication qui est d'origine vénitienne. Un habile chimiste, M. Hautefeuille, est arrivé, par des essais persévérants, à fabriquer ce verre en assez grande quantité.

D'après M. Hautefeuille, on obtient l'aventurine en fondant l'un des mélanges suivants :

N° 1.	Glace de Saint-Gobain.	2000 k.	N° 2. Sable	1500 k.
	Nitre	200	Craie	357
	Battitures de cuivre	125	Carbonate de soude sec.	801
	Peroxyde de fer	60	Carbonate de potasse	143
			Nitre	200
			Battitures de cuivre	125

Quand le verre est bien liquide, on ajoute 38 grammes de fer ou de fonte en tournure fine, enveloppés dans du papier; on les y incorpore en maclant le verre au moyen d'une tige de fer rougie. Le verre devient rouge de sang, opaque, et en même temps pâteux et bulleux, on arrête le tirage du fourneau, on ferme le cendrier, on couvre de cendres le creuset recouvert de son couvercle, et on laisse refroidir très-lentement. Le lendemain, en cassant le creuset, on trouve l'aventurine formée.

STRASS. *Imitations du diamant et des pierres précieuses.*

Ce verre, très-riche en plomb, a été produit à Paris, vers le commencement de ce siècle, par un artiste qui lui a donné son nom. Il a beaucoup d'éclat; il possède à un tel degré les *feux* du diamant, surtout à la lumière, qu'il est difficile de l'en distinguer à la vue. Mais il est très-tendre; il est rayé non-seulement par les pierres dures, mais même par les autres espèces de verre. Sa densité dépasse 4,0, tandis que celle du diamant est représentée par 3,5.

Voici la composition du strass de M. Douault Wieland, déterminée par M. Dumas :

Silice	38.2
Oxyde de plomb	53.0
Potasse	7.8
Alumine	1.0
Borax	traces.
Acide arsénique	traces.
	100.0

Les matières premières qu'on emploie pour faire le strass sont les mêmes que pour le cristal et le flint-glass.

Par l'addition d'une petite quantité d'oxydes colorants, on obtient des verres qui imitent les principales pierres précieuses. Ainsi, en fondant 1,000 de strass avec 40 de verre d'antimoine et 1 de pourpre de Cassius, on a la *topaze* artificielle ; le *rubis* se fait avec le même verre longtemps chauffé et contenant un peu plus d'or; l'*émeraude*, avec 1,000 de strass incolore, 8 d'oxyde de cuivre et 0,2 d'oxyde de cobalt; le *saphir*, avec 1,000 de strass et 25 d'oxyde de cobalt; l'*améthyste*, en fondant 1,000 de strass avec 8 d'oxyde de manganèse, 5 d'oxyde de cobalt et 0,2 de pourpre de Cassius.

VERRES POUR L'OPTIQUE. CROWN-GLASS. FLINT-GLASS.

Les instruments d'optique exigent l'emploi de deux espèces de verre ayant des densités différentes; c'est ainsi qu'ils deviennent *achromatiques*.

Les verres que l'on emploie pour cet usage sont, d'une part, le cristal ordinaire au plomb; d'une autre, le verre à base de soude. Ils portent généralement le nom de flint-glass et de crown-glass, des verres primitivement employés en Angleterre par Dollond, pour la confection des objectifs achromatiques.

Fabrication du flint-glass.—Ce verre, quand il est de bonne

qualité, doit être très-dense, très-homogène, entièrement exempt de stries et de bulles, aussi peu coloré que possible; néanmoins, la grande quantité d'oxyde de plomb qu'il renferme lui donne toujours une teinte un peu jaunâtre.

La densité varie entre 3,6 et 4,0. Celle du verre léger, du crown, est représentée par 2,5.

Voici la composition du flint-glass de M. Guinand :

Silice	42.5
Oxyde de plomb	43.5
Potasse	11.7
Alumine	1.8
Chaux	0.5
Acide arsénique	traces.
	100.0

Cette analyse est de M. Dumas.

La proportion considérable d'oxyde de plomb que renferme ce verre rend sa fabrication fort difficile; pendant qu'il est liquide, il tend à se partager en couches de diverses densités. De là des variations dans le pouvoir réfringent des couches superposées; de là aussi la déformation des images, qui rend l'emploi du flint impossible dès qu'il présente la moindre strie.

Cette séparation des verres plombeux en tranches plus ou moins denses se fait également sentir dans le cristal ordinaire, ainsi qu'on peut le constater en examinant avec attention du cristal un peu épais. Comme, d'ailleurs, les pièces sont ordinairement soufflées et assez minces, ce défaut a peu d'importance pour le cristal.

Le tour de main de Guinand, suivi par tous ses successeurs, consiste à empêcher cette séparation en brassant le verre fondu jusqu'au moment où il devient suffisamment visqueux pour que ces couches de densités différentes ne puissent plus se former.

Pour fabriquer le flint-glass, M. Bontemps se sert de la composition suivante :

Sable	100 kil.
Minium	100
Potasse	30

Ces matières sont choisies aussi pures que possible.

La fonte se fait dans un four rond, au centre duquel se trouve le pot, qui est couvert.

Le creuset (fig. 530) A étant chauffé à part dans un four spécial, on l'introduit par les moyens ordinaires dans le four de fusion

également chauffé. Cette opération refroidit le four et le creuset; on les réchauffe avant d'enfourner.

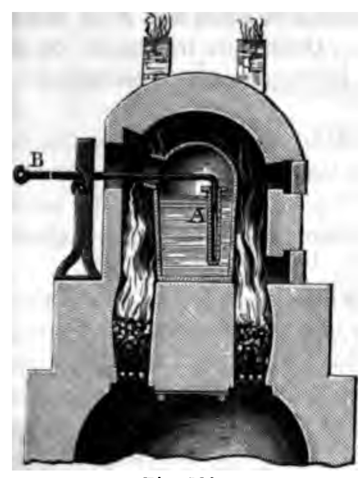


Fig. 530.
Fabrication du cristal destiné à l'optique.

On débouche l'ouverture du creuset, garnie de deux couvercles destinés à empêcher la fumée de s'introduire dans son intérieur, et on y enfourne le mélange, par portions de 20 à 40 kilogr. Au bout de huit à dix heures, la totalité du mélange se trouve dans le creuset. On chauffe pendant quatre heures, puis on enlève les couvercles et on introduit dans le creuset le cylindre en terre, préalablement chauffé au rouge blanc. Une barre à crochet B, horizontale et s'appuyant sur un support à rouleau en fer, est introduite dans la cavité ménagée dans la tête du cylindre avec lequel on fait un premier brassage qui sert à l'*enverrer*. Au bout de trois minutes, la barre de fer est portée au rouge blanc. On l'ôte, on pose le bord du cylindre sur le bord du creuset; ce cylindre flotte, légèrement incliné, sur la masse vitreuse. On remet les couvercles et on continue à chauffer. Cinq heures après, on brasse de nouveau. Les brassages se succèdent alors d'heure en heure, ne durant que les quelques minutes suffisantes pour porter au rouge blanc le crochet de fer.

Après six brassages, on laisse refroidir le four pendant deux heures, pour faire monter les bulles qui ne sont pas encore dégagées, puis on le chauffe à son maximum pendant cinq heures. Le verre est très-liquide et entièrement exempt de bulles. On le brasse sans discontinuer pendant deux heures; aussitôt qu'une barre à crochet est chaude, on la remplace par une autre. Comme on a eu soin de boucher les grilles par-dessous, la matière, en se refroidissant, prend une certaine consistance, et quand le brassage ne se fait plus que difficilement, on ôte le cylindre du creuset. Celui-ci est bouché ainsi que les ouvertures du four. Au bout de huit jours, on sort le creuset, on le casse, et on le sépare avec précaution du flint qui s'y trouve ordinairement en une seule masse. Des faces parallèles polies sont alors faites sur les côtés

de cette masse pour examiner son intérieur et voir comment elle doit être débitée. On la scie en tranches parallèles et en raison des défauts qu'elle peut présenter. Quant aux fragments, on en fait des disques en les chauffant à la température nécessaire pour les mouler.

Fabrication du crown-glass.—Ce verre présente la composition du verre à vitres et du verre à glaces. On emploie même beaucoup, pour les lunettes de spectacle et pour les objectifs de petite dimension, la *plaque* de Saint-Gobain; c'est le verre à glaces ordinaire de cette manufacture.

La fabrication du crown est plus difficile, sujette à plus d'accidents que celle du flint. Elle exige une température plus élevée : si on essaye de rendre ce verre plus fusible par l'addition d'une plus forte proportion d'alcali, il attire l'humidité, il *ressue*. L'obligation d'essuyer fréquemment les verres d'une lunette en ôte le poli et déforme les courbures. Cet inconvénient est surtout très grand pour les lunettes marines.

Si on veut faire le crown plus sec, plus siliceux, c'est alors contre la dévitrification qu'on a à lutter.

M. Bontemps donne, pour la composition d'une potée de crown, les proportions suivantes :

Sable blanc...........................	120 kil.
Potasse..............................	35
Sel de soude..........................	20
Craie................................	15
Arsenic blanc.........................	1

La fonte se fait dans les mêmes conditions que celle du flint. La composition est enfournée par portions dans un creuset couvert, de même disposition. Les brassages, le refroidissement, le réchauffage, puis les nouveaux brassages, jusqu'à ce que le verre s'épaississe, présentent, sauf les intervalles de temps qui sont un peu différents, les mêmes phases.

E. Péligot (de l'Institut).

[redacted]

VINS ET ALCOOLS

CHAPITRE I. — VIN, CIDRE, BIÈRE, ETC.

I. — VINS.

Lorsque les raisins ont été écrasés de manière à mêler le ferment qu'ils contiennent au jus sucré renfermé dans leurs cellules et que la température marque 18 à 20 degrés, le liquide rassemblé dans la cuve entre en fermentation : le gaz acide carbonique se dégage peu à peu, puis plus vivement, et ramène à la surface les débris du raisin (rafles, pellicules, etc.) formant ainsi ce que l'on appelle le *chapeau de la vendange ;* en même temps, la température du moût s'élève graduellement, et l'alcool remplace peu à peu dans le liquide le sucre qui lui a donné naissance.

Puisque les débris des cellules contiennent le ferment et que ces débris font partie du chapeau, il est bon de mêler celui-ci au liquide pour régulariser la marche de la fermentation : sans cela, dans les années tardives et froides, la superficie du chapeau pourrait moisir. Il y aurait aussi un inconvénient à fermer la cuve hermétiquement avant que la fermentation soit en bon train, parce qu'au moment où la vendange est jetée dans la cuve une prompte altération pourrait se produire à la surface avant que la fermentation alcoolique de la masse ait commencé ; la présence de l'oxygène étant nécessaire au début de l'opération.

Presque toujours l'air a un libre accès dans la cuve, mais il vaut mieux que celle-ci ait un couvercle et qu'on puisse la fermer exactement, sauf à donner issue au gaz par un tube plongeant dans quelques centimètres d'eau. Un trop libre accès laissé à l'air acétifie le chapeau de la vendange qui, par son contact avec la portion liquide, peut alors altérer le vin.

Le couvercle mis sur la cuve atteint plusieurs buts : 1° il s'oppose au refroidissement qui retarderait le développement de la fermentation spiritueuse, si la température était froide au dehors ; 2° il s'oppose aussi à l'évaporation de l'esprit et du bouquet du vin que dissiperait sans lui l'action de la chaleur engendrée par la

fermentation; 3° il permet au gaz acide carbonique d'occuper entièrement le vide de la cuve et d'intercepter par conséquent tout contact avec l'air. Le marc se trouve ainsi garanti des altérations acides et putrides que le contact de l'air y développerait.

On a cru, dans ces derniers temps, qu'il était nécessaire de surmonter le couvercle d'une espèce de chapiteau muni d'un serpentin et d'un réfrigérant, pour condenser l'esprit et le parfum que le gaz dégagé peut entraîner avec lui. Mais des expériences répétées, et celles entre autres de la Société d'agriculture de Toulouse et de M. Aubergier, ont fait voir qu'il ne se condensait en pareil cas qu'une fraction assez minime de liqueur, et que le risque d'introduire dans la cuve l'eau du réfrigérant (s'il venait à s'attaquer ou à se percer en s'oxydant) doit faire rejeter cet appareil d'une utilité contestable.

Le conseil de fermer la cuve en fermentation est déjà très-ancien : Porta, en 1609; Olivier de Serres, sous le règne d'Henri IV; Goyon de La Plombarie, en 1757; dom Cassebois, en 1782; Salviat, Mourgues, en 1787; Mandel, en 1805; Mlle Gervais, sous le règne de Louis XVIII, avaient tous insisté sur la nécessité de fermer la cuve.

Non-seulement le vin fermenté en vase clos est meilleur que celui fermenté à l'air libre, mais il donne aussi plus d'alcool à la distillation. C'est ce qui résulte des expériences des commissaires de la Société d'agriculture de Toulouse et de celles de M. Aubergier.

En conséquence, la vendange étant bien écrasée, ce que l'on fait ordinairement avec les pieds, mais ce que l'on exécute plus proprement et avec plus de sécurité pour l'opérateur, en la broyant entre deux cylindres de bois que surmonte une trémie, on la jette dans la cuve jusqu'à ce qu'elle n'y laisse que 16 centimètres d'intervalle entre elle et le couvercle. L'on agite pour que la rafle et le moût soient bien mêlés ensemble, et à cet effet on se sert d'un refouloir. L'on répète ensuite la même opération matin et soir jusqu'à ce que la fermentation commence à se développer. On force alors le marc à se répartir encore une fois partout également; puis on lute le couvercle sur la cuve au moyen d'une pâte adhésive (le mastic de vitrier, d'après M. Aubergier, est le lut le plus propre et le moins dispendieux).

Le couvercle, si l'air est froid, peut être placé immédiatement sur la cuve, mais sans y être luté. (J'ai dit à quelle époque le lut devait être appliqué.) M. Aubergier conseille pour une cuve de 8 à 10,000 litres un couvercle formé de deux parties inégales

que sépare un soliveau. Ce soliveau, fixé sur les douves, a deux rainures. La plus petite partie du couvercle peut être complétement fixe ; elle porte une sorte d'entonnoir renversé de 33 centimètres de hauteur et 16 centimètres et demi de diamètre à sa base ; le diamètre de sa pointe est de 3 centimètres environ. La base de l'entonnoir est soudée à un cercle ou collet de 16 centimètres et demi de diamètre et de 22 centimètres de hauteur. Un cercle de gros fil de fer, bien soudé à la base du collet, lui sert de point d'appui sur le couvercle de la cuve. A la douille de l'entonnoir s'adapte un tube long de 2 mètres que l'on enroule en serpentin de manière à lui faire occuper moins d'espace. Cette disposition a, en outre, l'avantage de forcer les vapeurs à se liquéfier en parcourant les sinuosités du serpentin. Enfin un coude de 50 centimètres conduit le gaz dans un flacon où se trouve un lait de chaux. La portion de tube qui serpente n'a que 25 centimètres d'élévation; une ouverture pratiquée dans le couvercle communique avec l'entonnoir. La partie la plus considérable du couvercle occupe environ les deux tiers de la superficie de l'ouverture de la cuve; elle tient à la traverse par trois bandes de fer et s'encastre dans l'une des rainures de la traverse. Trois targettes, également espacées, la retiennent sur le limbe de la cuve; elle peut donc s'ouvrir et se fermer à volonté, et par conséquent se prêter à toutes les manipulations que nous avons indiquées. Une fois les targettes fermées, on lute et l'on attend, sans avoir rien à craindre, que la fermentation soit achevée.

Lorsque l'on opère la vinification du moût de raisin à vase ouvert, le moment à saisir pour le décuvage est de la plus haute importance; car si l'on décuve trop tôt, le sucre de raisin n'est pas complétement transformé en alcool et en acide carbonique; et si l'on attend trop tard le vin peut s'aigrir ou tout au moins devenir très-plat par l'évaporation de son alcool. Avec la cuve fermée et lutée, rien de tout cela n'est à craindre : on peut laisser fermenter le vin sous la grappe aussi longtemps que le sucre ne sera pas détruit; on pourra l'y laisser refroidir et s'éclaircir, et s'il est vert, on ne le soutirera que lorsqu'il aura perdu ce défaut. De cette manière, l'on pourra se procurer des vins plus ou moins colorés, en les laissant séjourner plus ou moins longtemps sous la grappe sans avoir rien à redouter. Dans tous les cas, on peut être assuré que la fermentation alcoolique est accomplie lorsque le vin marque zéro au gleuco-œnomètre.

La durée de la fermentation ne peut s'indiquer d'une manière absolue : elle dépend de l'état de l'atmosphère, du plus ou moins de sucre contenu dans le raisin, de la grandeur des masses en fermentation, de ce que l'on a, ou que l'on n'a pas, dans le principe, mêlé le chapeau de la vendange au liquide. La seule chose précise que l'on puisse dire à cet égard est celle-ci : la fermentation est accomplie lorsque le liquide s'est refroidi et éclairci, que le dégagement d'acide carbonique a cessé, que le goût alcoolique du vin a complétement remplacé la saveur sucrée du moût et que le vin marque zéro au gleuco-œnomètre.

Dans les années de grande abondance, lorsque les tonneaux viennent à manquer, l'on peut utiliser les cuves. Le vin peut effectivement se conserver en cuve plusieurs années, lorsqu'elle est hermétiquement fermée : seulement si l'on redoute que les chaleurs de l'été ne se fassent sentir jusque dans le cellier, l'on entoure de paillassons la cuve pleine de vin, en ayant soin de les tremper dans l'eau de temps en temps, par exemple de quinze jours en quinze jours pendant les grandes chaleurs.

VIN BLANC.

Il est évident que si le vin rouge doit sa brillante robe à son séjour prolongé sous la grappe, il faut pour le vin blanc suivre une méthode opposée. L'on fera donc vendanger le raisin avant l'entière disparition de la rosée; on le foulera sur-le-champ, et on séparera à l'instant le jus du marc. On le fera fermenter dans des tonneaux auxquels on adaptera le tube de dégagement, et lorsque sa fermentation tumultueuse étant achevée, il sera bien clair, on le mettra en bouteilles, si l'on veut l'avoir mousseux, en plaçant dans chacune d'elles 45 grammes de sucre candi. La bouteille étant bien bouchée, l'acide carbonique produit par la fermentation rendra ce vin mousseux : il sera d'une saveur agréable.

Dans le cas où l'on ne voudrait pas qu'il moussât, on lui laisserait achever complétement sa fermentation avant de le mettre en bouteilles.

Préceptes.—1° Olivier de Serres, cité par Chaptal, recommandait de vendanger le plus tard possible, et de ne pas commencer la récolte avant l'évaporation de la rosée, c'est-à-dire avant huit ou neuf heures du matin.

2° A ce précepte, d'autres ajoutent la prescription d'égrapper afin de n'avoir dans la cuve que le moût et la pellicule, ce qui

donne un vin d'un goût plus délicat. Cette pratique est quelquefois préjudiciable : ainsi quand le fruit est mûr, mais aqueux, et qu'il renferme du pourri, il ne faut pas enlever toute la grappe; et dans les bas vignobles où la partie sucrée est peu abondante, même en parfaite maturité, l'expérience a prouvé que cette soustraction totale produit des vins plats et qui ne peuvent se conserver. Il est vrai que l'on peut toujours avoir des moûts suffisamment sucrés, en ajoutant à ceux qui sont défectueux une quantité suffisante de sucre.

3° Le raisin doit être bien écrasé, afin que toutes ses parties étant bien mélangées, la fermentation se produise également dans toute la masse par une température de 15 à 20 degrés centésimaux.

4° Dans les mauvaises années, il faut rapprocher le moût jusqu'à ce qu'il pèse 13 degrés, ou mieux encore lui ajouter la quantité de sucre nécessaire pour lui donner cette densité. C'est celle des moûts en Bourgogne dans les années les plus favorables.

5° Pour donner à son vin une couleur toujours également intense, M. Aubergier conseille de faire sécher des pellicules de raisin dans les années de maturité parfaite ou d'en faire venir des pays chauds, afin d'avoir toujours à sa disposition le principe colorant du raisin même.

6° Les raisins qu'ont frappés les premières gelées donnent une qualité de vin supérieure; les vins les plus estimés en proviennent. Ce n'est point effectivement la crainte des gelées précoces, mais celle de la pourriture (que peut faire développer un automne humide) qui doit faire avancer l'instant de la vendange.

7° La fermentation vineuse doit s'effectuer dans des cuves hermétiquement fermées, qui ne laissent d'issue au gaz que par un tube plongeur.

8° Lorsqu'on voudra obtenir un vin qui conserve à la fois la saveur sucrée et celle du fruit, on dépouillera le moût d'une partie de son ferment et de son humidité, en le faisant rapprocher, puis on lui ajoutera du raisin écrasé. M. Aubergier affirme qu'en opérant ainsi on obtient un vin qui n'éprouve aucune altération, même à la température de 24 degrés.

9° On imite parfaitement le vin de Champagne mousseux en faisant dissoudre du sucre dans le vin de l'année, et en mettant ce vin sucré dans des bouteilles exactement bouchées. Du moût bien clarifié, traité de la même manière, donne aussi du vin mousseux.

10° Si l'on fait rapprocher le moût à la moitié ou aux trois quarts, l'on peut obtenir dans tous les vignobles un vin utile et bon, pouvant rivaliser avec les vins de liqueur fournis par certaines contrées privilégiées.

DE LA CONSERVATION DES VINS.

Nous venons de traiter de la vinification, il s'agit maintenant de parler de la conservation des produits qu'elle fournit.

1° Pendant que le vin termine sa fermentation tumultueuse dans la cuve, qu'il se refroidit et s'éclaircit, on s'occupe à nettoyer les fûts. En agitant dans le tonneau une chaîne de fer assez forte, on parvient à détacher le tartre qui en recouvre les parois. La plupart du temps, quelques litres de vin bouillant suffisent pour rendre au tonneau une bonne odeur vineuse. Mais lorsque cela ne suffit pas, lorsque le fût a une forte odeur de moisi, on retire ce qui était dans le tonneau et on y introduit 125 grammes d'acide sulfurique. On l'y agite longtemps dans tous les sens, puis on ajoute 12 litres d'eau bouillante; on agite de nouveau et l'on donne issue au liquide qui s'écoule. On lave à plusieurs reprises, et s'il est nécessaire on ajoute 500 grammes de chaux vive et l'on continue à laver jusqu'à ce que la présence de la chaux et celle de l'acide ne soient plus sensibles.

2° On ne tire le vin de la cuve que s'il est froid et bien éclairci; mais s'il est vert, il faut le garder sous le chapeau de la vendange jusqu'à ce qu'il ait perdu ce défaut.

3° Il faut autant que possible ne point laisser le vin sur la lie, et pour cela le soutirer au moins une fois dans l'année.

On reconnaît que la fermentation insensible est achevée lorsqu'on n'observe plus un léger sifflement au moment de l'ouverture des tonneaux.

Le transvasement du vin s'effectue au moyen d'un tube en cuir et d'un soufflet à l'aide duquel on le fait passer d'une capacité dans une autre. En agissant de cette manière, le vin ne se mêle pas à l'air, bien que ce gaz exerce une pression immédiate sur la surface de contact. Le tuyau de cuir a 3 centimètres de diamètre et de 50 à 60 centimètres de longueur, suivant la grosseur des pièces dont il doit mettre en rapport les capacités. On ajuste les tuyaux à 8 centimètres du fond des fûts, c'est-à-dire aux robinets eux-mêmes. Ces derniers étant ouverts, le liquide se met de ni-

[redacted]

veau dans les deux tonneaux dont on a préalablement enlevé les bandes. On referme le tonneau qui contient le vin à transvaser, et on adapte à sa partie supérieure un soufflet de 55 centimètres de long, les manches non compris, et de 33 centimètres de large. Sa douille est solidement ajustée au bois du tonneau par un pas de vis de 3 centimètres; il est muni d'une soupape qui empêche l'air de revenir sur lui-même. Le soufflet étant mis en place, au-dessus du liquide, on le fait entrer en jeu jusqu'à ce que la pression exercée par l'insufflation de l'air ait déterminé tout le liquide, situé au-dessus du robinet dans le premier tonneau, à passer dans le second. On ferme alors les robinets et l'on clôt exactement le vin soutiré.

4° On choisit pour soutirer le vin un temps sec et serein; c'est un précepte énoncé dans tous les traités d'œnologie. M. Aubergier regarde comme excellents les conseils de Bassius, qui recommande de soutirer pendant le solstice d'hiver les vins qui sont peu alcooliques, au printemps les médiocres et pendant l'été ceux qui sont généreux; ces auteurs recommandent en outre de ne jamais opérer les transvasements lorsque souffle le vent du nord.

5° Il faut *ouiller* les tonneaux au moins tous les quinze jours, c'est-à-dire combler avec du vin le vide qui s'y produit par l'évaporation à travers le bois ou pour toute autre cause de déperdition. — Cette opération se fait à Bordeaux tous les huit jours pendant la première année. Ce terme passé, elle ne doit plus être continuée, la fermentation insensible étant complétement accomplie. On bondonne le fût avec soin et l'on tourne la bonde un peu sur le côté.

6° L'on doit *mécher* les tonneaux destinés au soutirage des vins, que ces liquides soient blancs ou rouges. Le méchage consiste à brûler dans leur capacité un morceau de mèche soufrée afin d'y produire du gaz acide sulfureux. Cette opération contribue beaucoup à la conservation des vins, dont elle précipite les principes les plus corruptibles.

En agissant ainsi, les vins rouges n'éprouvent point la *tournure* ou *poussée*, et les vins blancs ne tournent point à la *graisse*.

7° Après que les vins ont été suffisamment soutirés, il faut procéder au *collage*. Ce traitement ne doit avoir lieu qu'au moment où l'on se dispose à les mettre en bouteilles: un mois tout au plus avant de les tirer.

Les vins deviennent plus promptement potables lorsqu'on

les soutire, qu'on réitère le soutirage en temps opportun et qu'on les colle.

8° On peut coller les vins avec du lait réduit au quart de son volume par l'ébullition. Cette pratique tend à leur enlever leur acidité par la coagulation du lait.

9° On peut employer la colle de poisson dans le collage des vins, mais il faut en user avec modération : elle en précipite le tannin.

10° De toutes les matières qui peuvent servir au collage des vins, l'œuf est celle qu'il faut préférer. Il faut éviter la gomme, l'amidon et la décoction du riz, recommandés à tort par quelques œnologues. Ces matières étrangères introduites dans le vin n'en précipitent rien et peuvent déterminer son acétification.

Lorsqu'on se sert de la colle de poisson, il faut en employer de 4 à 8 grammes par hectolitre. On la fait dissoudre dans une bouteille dont le vin occupe les trois quarts ; on la bouche modérément et l'on expose le tout à l'action du bain-marie jusqu'à la dissolution complète de la colle. Lorsque cette dissolution vineuse est refroidie, on la verse dans le tonneau, au vin duquel on la mêle exactement par une agitation suffisamment prolongée.

Quand on veut employer l'albumine pour enlever aux gros vins un excédant de couleur, on écrase par hectolitre une demi-douzaine d'œufs, en maintenant pêle-mêle le blanc, le jaune et la coquille. Quand le tout est bien mêlé, on l'ajoute au vin contenu dans le tonneau et l'on agite fortement celui-ci jusqu'à ce que le mélange soit complet.

Le commerce emploie pour le même usage du sang desséché et réduit en poudre. On a soin de l'aromatiser.

Lorsque les vins blancs ont été bien collés à l'œuf, ils cessent d'être irritants. Ils méritent effectivement ce reproche lorsqu'ils n'ont pas subi cette préparation et qu'on ne les a pas laissés fermenter librement, sous la protection d'un tube de dégagement.

11° Le vin, dit M. Aubergier, se fait dans les tonneaux et se perfectionne en bouteilles. On attend pour l'y enfermer, sauf certains cas exceptionnels, que sa fermentation insensible soit achevée, qu'il ait perdu tout l'acide carbonique et cette partie de son tartre qui s'en sépare le plus facilement. C'est alors seulement que se manifestent son bouquet et la finesse de saveur qui caractérise les vins qui vieillissent.

12° Il ne faut pas oublier combien il importe généralement de laisser le vin achever sa fermentation insensible dans des

tonneaux munis d'un tube recourbé, plongé dans quelques centimètres d'eau.

13° Le vin sera de garde d'autant meilleure qu'on lui aura fait perdre son excès de ferment par une addition de sucre en quantité convenable dans le moût qui l'a fourni. Le soufrage et le soutirage agissent dans le même sens.

14° Tant que les vins ne sont pas complétement dépouillés de leur ferment, leur conservation n'est pas assurée.

A ces préceptes généraux pourraient se joindre quelques recommandations particulières : ainsi un vin se couvre-t-il de *fleurs* dans le tonneau parce qu'on l'a tenu maladroitement en vidange; comme c'est la partie supérieure seulement que le contact prolongé de l'air a vicié, on soutire le vin en ayant soin de s'arrêter au moment où la partie altérée pourrait s'écouler à son tour. Est-ce au contraire une altération qui se manifeste au contact de la lie, parce qu'on a négligé de soutirer le vin, l'on mettra un robinet à la partie moyenne du tonneau afin de soutirer le liquide supérieur qui n'a pas encore participé à l'altération de la lie.

MALADIES DES VINS.

La *pousse*, la *graisse*, l'*acidité*, l'*amertume*, le *goût de fût*, le *vin piqué* ou *tourné* sont les maladies qui peuvent se manifester dans les vins.

La *pousse* est une fermentation qui s'établit dans les vins mis en tonneau. Elle est tumultueuse et fait passer les vins à l'amer. Il faut étouffer sur-le-champ cette seconde fermentation, due à un trop grand excès de ferment, par un transvasement dans un tonneau contenant l'acide sulfureux, qui résulte de la combustion de la mèche soufrée. La pousse peut être assez vive pour faire éclater le tonneau.

La *graisse* se manifeste dans les vins qui sont pauvres en tannin. Elle se manifeste surtout dans les vins blancs, qu'elle rend visqueux et filants; on la prévient par la combustion préalable de la mèche soufrée dans les fûts, et on les guérit par l'emploi modéré du tannin.

Suivant M. François, on évite cette maladie en ajoutant au vin un demi-kilogramme de sorbes mûres et écrasées par barrique.

L'*acidité*. Il est des vins qui contiennent un excès d'acide; on les corrige par l'emploi du tartrate neutre de potasse. L'acide du vin ramène le tartrate neutre à l'état de bitartrate de potasse

qui se dépose en petits cristaux brillants et lamelleux. Ce moyen est très-efficace.

L'amertume. Les vins trop vieux deviennent amers. Dès les premières atteintes du mal, il faut mêler au vin un volume égal d'un vin du même cru et assez peu âgé pour renfermer encore beaucoup de sucre.

Le *goût de fût* accompagne la formation d'une huile essentielle dont les moisissures, nées sur les parois du tonneau, ont déterminé l'apparition. Il faut au plus vite changer le vin de récipient et l'agiter avec de l'huile d'olive, qui dissout l'huile essentielle; mais ce n'est là qu'un palliatif.

Le vin *piqué* ou *tourné* est le vin sur lequel nagent des moisissures, qui peuvent en entraîner rapidement l'altération. On arrête cette maladie par un abaissement de température, ou, ce qui est plus simple, par l'addition de 15 grammes d'acide tartrique pour un hectolitre. Cette addition ramène le vin tourné à son état naturel.

VINS DE LIQUEUR.

On peut, en se basant sur le précepte énoncé au nº 8, produire artificiellement des vins de liqueur capables de remplacer les vins de Frontignan, d'Alicante, etc. Voici la marche conseillée par M. Aubergier dans ce but : le moût est mis sur le feu et livré à l'évaporation, en évitant de la faire bouillir ; on a soin de bien écumer et d'ajouter du moût dans la chaudière au fur et à mesure qu'il diminue. Lorsqu'il est réduit à la moitié de son volume primitif, on le laisse refroidir, on l'introduit dans un tonneau après l'avoir filtré à travers un linge serré, et on le laisse fermenter à l'abri de l'air. Au bout d'un mois, on prend des raisins muscats conservés sur la paille ; on en égrappe une quantité égale au quart du poids du moût ; on les écrase, puis le tout, moût et pellicules, est ajouté dans le tonneau où on laisse la fermentation s'achever et le liquide s'éclaircir.

En réduisant le moût au tiers de son volume primitif et en remplaçant le muscat par d'autres raisins bien mûrs et conservés sur la paille pendant un mois, on imite le *vin d'Alicante*.

II.—CIDRE ET POIRÉ.

On fait avec le jus de pommes un liquide spiritueux que l'on

comme le *cidre*, et avec le suc de poires un liquide analogue appelé *poiré*. En mêlant des poires aux pommes on donne au cidre plus de montant.

Pour obtenir le *moût*, c'est-à-dire le jus sucré des unes et des autres, il faut les placer dans une auge circulaire en pierre dure, où elles sont écrasées par une meule verticale, ordinairement en bois, et parfois en pierre. Si elle est en pierre, il faut s'assurer qu'elle n'est pas assez lourde pour écraser les pepins, qui donneraient alors un mauvais goût au cidre. Pendant qu'on écrase ces fruits on leur ajoute environ de 10 à 15 d'eau pour 100 de pommes. Lorsque les pommes sont écrasées, on les met en tas, et on les abandonne à elles-mêmes pendant vingt-quatre heures. Il s'y développe à cette époque la couleur jaune que gardera le cidre. La pulpe ainsi préparée est soumise au pressoir; elle fournit à peu près 500 litres de jus pour 1000 kilogrammes de pommes.

Au sortir du pressoir, le marc est encore broyé sous la meule après avoir reçu 250 litres d'eau; il en résulte un cidre de qualité inférieure.

Le moût de pommes est versé dans la cuve, où il doit fermenter; sa surface se couvre d'écume, et un dépôt se forme à sa partie inférieure. Le sucre du fruit disparaît et du gaz acide carbonique se dégage. Le tube plongeur pourrait s'adapter avec avantage aux vases où fermentent les moûts de pommes ou de poires. La fermentation tumultueuse étant achevée, on soutire le liquide fermenté dans de grandes tonnes, dans lesquelles il achève sa fermentation. Au commencement de cette seconde période, le cidre a conservé cette saveur douce qui plaît aux personnes qui le considèrent comme une boisson d'agrément; c'est le moment de le mettre en bouteilles si on le veut mousseux. Il serait plus mousseux encore si on lui mêlait un peu de glucose; mais dans les pays où on le boit pendant le repas, on le laisse compléter sa fermentation, et il acquiert par là une saveur légèrement aigre et amère. La durée de la fermentation varie avec la température, la masse du moût et le goût des buveurs de cidre.

III. BIÈRE.

On prépare avec l'orge, et parfois avec le seigle et le froment, une liqueur spiritueuse que l'on désigne par le nom de *bière*.

La préparation de la bière comprend quatre opérations principales, savoir : 1° le *maltage*, dans lequel on fait germer l'orge pour y développer la *diastase* et par suite la dextrine et la glucose; 2° la *saccharification du malt*, opération dans laquelle l'orge germée et broyée est brassée avec de l'eau à une température convenable, afin que le ferment naturellement contenu dans le malt, la *diastase*, fasse passer à l'état de dextrine et de glucose l'amidon que contient le malt ; 3° le *houblonnage*, qui consiste à introduire dans le moût de bière la saveur et l'arome du houblon, afin, non-seulement de l'aromatiser, mais encore de l'empêcher de s'aigrir ; 4° enfin la *fermentation* alcoolique, qu'on excite dans le moût par la levûre de bière.

Du maltage.—L'orge est mise dans de grandes cuves en maçonnerie, avec un volume d'eau quadruple du sien ; on l'agite pour en détacher l'air adhérent ; on enlève les grains vides ou avariés qui nagent à la surface, et après vingt-quatre heures d'immersion en été et trente-six heures en hiver, les grains sont suffisamment gonflés pour être portés au *germoir*. L'eau, pendant l'immersion, doit être renouvelée trois fois en été et quatre à cinq fois en hiver.

Le *germoir* est un cellier dallé et maintenu dans un parfait état de propreté. C'est un lieu où règne l'obscurité, mais où le jour peut pénétrer au besoin. La germination s'y effectue par le concours de l'humidité, de l'air et d'une température de 15 à 17 degrés centigr. Le printemps est favorable à cet ensemble de conditions, et c'est par cette raison que la *bière de mars* est supérieure à celle que l'on fabrique à d'autres époques de l'année. La couche d'orge ne doit avoir que 5 décimètres de hauteur, mais lorsqu'elle s'échauffe on la réduit d'abord à 3 centimètres, et puis à un seul. On renouvelle d'ailleurs l'air dans l'intérieur de la couche par des mouvements fréquents, et après un séjour au grenier de dix à douze jours en été, et de quinze à vingt en hiver, la germinatiou est accomplie. On se règle d'ailleurs sur la longueur de la gemmule, qui doit dépasser du huitième celle du grain.

A cette époque, on dessèche rapidement l'orge germée, car les progrès de la végétation entraîneraient une perte notable de fécule amylacée. On emploie à cet effet la *touraille*, capacité dont le plancher percé de trous nombreux supporte le grain ; il y est traversé par un courant d'air chaud qui le dessèche. En remuant l'orge une fois desséchée, les radicelles devenues cassantes se dé-

[redacted]

achent aisément et passent au travers des trous d'un crible ou l'un *tarare*.

Après avoir été quelque temps exposée à l'air, puis desséchée, 'orge germée est portée au moulin entre deux meules horizonales, assez éloignées l'une de l'autre pour que le grain en soit eulement concassé. Cette orge, déchirée et concassée, s'appelle *malt*. On peut l'emmagasiner.

Saccharification du malt et production du moût. — Le malt est porté dans de grandes cuves à double fond. Le fond intérieur est percé d'une multitude de petits trous. Entre le fond extérieur et celui-ci se trouvent établis le robinet de vidange et le tube qui amène l'eau chaude. Le malt étant placé sur le fond troué, on fait arriver entre les deux fonds de l'eau à la température de 60° jusqu'à ce que son poids égale trois fois celui du malt; on brasse vivement avec des fourches, puis on laisse le tout en repos pendant une demi-heure. Ce terme expiré, on fait arriver de nouvelle eau dont la température est de 90°, et cela jusqu'à ce que le mélange ait pris la température de 75°. On couvre la cuve et on laisse les matières réagir pendant trois heures. Pendant ce temps, la diastase convertit la fécule amylacée en dextrine et en glucose. Le liquide sucré qui en résulte est, à l'expiration de ces trois heures, déversé dans un réservoir d'où il passe plus tard dans la chaudière où le houblon doit subir sa décoction.

Cette première affusion d'eau chaude n'ayant enlevé que les six dixièmes de la matière sucrée que l'orge peut fournir, on lui fait succéder de l'eau à 80° de température, et dont la masse ne fait que la moitié de celle de la première eau. On brasse pendant qu'elle arrive et on la laisse agir pendant une heure : cette eau est ensuite réunie à la première infusion.

Le malt est enfin épuisé par de l'eau à 100° que l'on emploie à préparer la *petite bière*.

On appelle *drèche* le malt épuisé par toutes ces lotions. La drèche sert à la nourriture du bétail; elle est particulièrement recherchée pour les vaches laitières.

Houblonnage. — Le moût préparé comme il vient d'être dit est porté à l'ébullition dans des chaudières avec des fleurs de houblon. Un agitateur y brasse fréquemment, quelquefois même d'une manière continue, le mélange; et il est bon que les chaudières soient couvertes afin d'éviter la déperdition de l'essence que renferme le houblon, et qui donne à la bière son arome. Le moût est ordinairement renforcé par de la glucose, des mélasses ou des sucres

bruts venus des colonies. On le clarifie en le faisant couler dans des réservoirs pour qu'il y dépose par le repos. Puis on le décante dans d'autres réservoirs d'une profondeur très-restreinte, afin de hâter son refroidissement.

Fermentation. — Lorsque le moût est renforcé, houblonné, clarifié par le repos et refroidi, on le verse dans une cuve nommée *guilloir*, pour le faire entrer en fermentation. La quantité de levûre qu'on ajoute à cet effet varie de 2 à 4 kilogrammes par dix hectolitres, suivant la force du moût. La température étant de 20°, la première fermentation s'y développe et dure de vingt-quatre à quarante-huit heures. Il se dégage pendant ce temps une grande quantité d'acide carbonique qui asphyxierait les hommes de service si le local n'était pas suffisamment aéré. Il se produit en même temps beaucoup d'écumes qui se déversent dans des rigoles latérales. Enfin, la fermentation pour la *bière de table* s'achève dans des quarts portés sur des chantiers et remplis jusqu'à la bonde : l'écume qui s'en échappe est reçue dans une rigole située au bas des chantiers. Toutes ces écumes sont réunies dans des sacs que l'on comprime; le résidu que ces sacs contiennent après la pression constitue la *levûre de bière* telle que l'emploient les boulangers. Les sacs, étant fermés, sont lavés et dégorgés à la rivière avant de les soumettre définitivement à la pression avec ce qu'ils contiennent.

Les tonneaux sont maintenus toujours pleins au moyen de la bière qui, emportée avec les écumes, se rassemble au-dessous d'elles. La fermentation étant achevée, les quarts sont bouchés et la bière clarifiée à la colle de poisson.

Quant à la *bière de garde,* on la rassemble dans des cuves de grande capacité, de 100 hectolitres par exemple, où on l'abandonne pendant plusieurs semaines à une fermentation lente.

C. Collin.

CHAPITRE II. — ALCOOL, EAUX-DE-VIE, DISTILLERIES.

I. — HISTORIQUE.

Le mot *alcool*, que nous ont légué les Chaldéens et qui, dans leur langue, signifiait liquide brûlant, a eu pour synonymes, en grec, *feu liquide* (πῦρ ὑγρὸν), et, en latin, *eau ardente* (aqua ardens).

Les anciens, jusqu'au xv[e] siècle, ne s'en servaient que comme médicament, et sa préparation n'avait lieu que dans les laboratoires des pharmacies. Entre autres vertus, on lui attribuait celle de rajeunir les vieillards et de prolonger la vie : de là son nom d'*eau-de-vie* (aqua vitæ). On l'extrayait surtout du vin, d'où le nom d'*esprit-de-vin*, c'est-à-dire émanation du jus fermenté du raisin. Au xvi[e] siècle, Libavius rapporte que l'on peut extraire l'esprit-de-vin des grains, des fruits sucrés, des glands, de la bière et de tous les moûts fermentés. Enfin, la concentration ou rectification de l'alcool par la distillation sur le tartre calciné (carbonate de potasse) ou la chaux vive est indiquée par Boyle au xvii[e] siècle. Mais ce n'est qu'au commencement du siècle dernier que la consommation des eaux-de-vie commença à prendre des développements qui ont toujours été en s'accroissant, et que la distillation des vins et successivement des autres liquides alcooliques devint une industrie. Comme elle présente ce caractère remarquable d'être à la fois agricole et manufacturière, cette industrie a acquis une grande importance depuis quelques années, parce qu'on y a trouvé la solution d'un problème économique longtemps cherché en vain, savoir : extraire des récoltes un produit qui puisse être obtenu dans les campagnes et qui soit d'un prix élevé, sans que son exportation puisse appauvrir le sol cultivé, en emportant avec lui des matières fertilisantes, coûteuses ou difficiles à remplacer. Or l'alcool, comme le sucre, comme l'huile, satisfait pleinement à cette condition, puisqu'il ne contient que des éléments carbonés, hydrogénés et oxygénés que l'atmosphère fournit en abondance, et que l'on peut garder dans les fermes, sous forme de pulpes, vinasses et tourteaux, tous les principes azotés et minéraux des plantes récoltées, et s'en servir pour nourrir du bétail et faire des engrais. Le nombre des sources d'où l'on peut tirer facilement l'alcool est d'ailleurs très-considérable, et sa production n'est limitée que parce que ses usages et son emploi ne paraissent pas de nature, quant à présent, à prendre de plus grands développements. L'abondance du liquide sur le marché en abaisse souvent les prix à un taux qui cesse d'être rémunérateur.

La nature ou les arts ne présentent d'abord l'alcool qu'en mélange assez étendu avec de l'eau. On ne sait en faire la séparation qu'à l'aide de la distillation dans l'alambic, en profitant de la différence des degrés d'ébullition des deux liquides, de la diversité des densités de leurs vapeurs, de la plus grande facilité de la

condensation des vapeurs aqueuses. L'appareil employé pour effectuer cette séparation plus ou moins complétement a été, jusqu'au XIIIe siècle, un simple alambic de verre, composé d'une cucurbite sur laquelle on lutait un couvercle de même matière; ce couvercle portait intérieurement et à la partie inférieure une rigole destinée à recevoir les vapeurs condensées et à les déverser au dehors par un bec disposé latéralement. C'est ainsi qu'on opérait encore du temps d'Arnaud de Villeneuve et de Raymond Lulle. Mais, à partir de cette époque, on modifia insensiblement l'alambic. On le construisit en métal, on adapta au col de la cornue de longs tuyaux d'abord droits et plus tard recourbés en forme de serpentins. Ces tuyaux s'élevèrent bientôt à une grande hauteur, de manière à ce que les vapeurs condensées dans la partie ascendante pussent retomber dans la chaudière, pour être soumises à une nouvelle vaporisation, tandis que l'on recueillait isolément celles qui subissaient la condensation dans la partie descendante. Le principe de la rétrogradation était ainsi découvert, avant que l'on songeât même à substituer l'eau à l'air comme réfrigérant, invention que fit seulement, au XVIIe siècle, Nicolas Lefebvre. Glauber, vers le même temps, imagina d'employer deux vases pour la distillation et de chauffer par la vapeur produite dans un premier vase le liquide vineux contenu dans le second. Vers 1780, Argand eut l'heureuse idée de substituer à l'eau du réfrigérant le vin même destiné à la distillation, et fit ainsi le chauffe-vin. Dans les deux inventions de Glauber et d'Argand se trouve l'origine d'une partie de l'alambic d'Édouard Adam, qui fit une révolution complète dans l'art de la distillation vers l'an 1800, et dans lequel le vin chauffé est successivement enrichi par les vapeurs condensées avant d'être lui-même distillé. A partir de ce moment, les distilleries deviennent de véritables usines qui doivent, en 1808, à Cellier-Blumenthal, l'avantage de la continuité la plus complète dans la suite des opérations. Par l'emploi des appareils de Derosne, Dubrunfaut, Derosne et Cail, elles acquièrent une perfection admirable au point de vue de l'extraction absolue de tout l'alcool contenu dans un liquide quelconque, et de la préparation d'eaux-de-vie à tout degré de richesse et de pureté. D'un autre côté, la préparation des liquides alcooliques s'est considérablement multipliée, à mesure que les progrès de la chimie organique ont fait connaître les transformations de la cellulose, de l'amidon, du sucre cristallisable en sucre fermentescible, et ont éclairé de plus 'us le phénomène d'abord si obscur de la fermentation alcoo

[redacted]

.e. Alors les grains (blé, maïs, riz, etc.), les mélasses, puis
pommes de terre, les topinambours, les betteraves enfin, sont
enus les matières premières des distilleries qui, originairement,
traitaient guère que les liquides alcooliques provenant de la
nentation des fruits sucrés. Une heureuse révolution s'est
oduite en conséquence dans la culture de la vigne ; on a
rché à améliorer le vin, dès qu'il a rencontré, pour la produc-
des *esprits*, des rivaux dans toutes les matières féculentes et
ées. Au lieu de faire du vin destiné à être *brûlé*, on s'efforce
abriquer du vin propre à être consommé en nature. On ne fait
ption à cette loi économique que dans les pays où les eaux-
rie de vin ont acquis une grande renommée due à un bouquet
mé; et encore l'alcool chimiquement pur entre-t-il désormais
s la confection de toutes les eaux-de-vie; on lui donne le goût
éré dans chaque contrée par des mélanges avec des matières
venables ou par des rectifications sur les marcs chargés des
ıcipes ayant la saveur et l'odeur recherchées des populations.

-PROPRIÉTÉS DE L'ALCOOL ENVISAGÉES AU POINT DE VUE INDUSTRIEL ET COMMERCIAL.

'alcool ordinaire ou alcool vinique, devenu le type d'une série
orps qui présentent avec lui une grande analogie de propriétés
e composition, ne se trouve dans le commerce que mélangé
: des quantités d'eau dont la proportion donne souvent le nom
produit et sert à le spécifier.

'alcool vinique absolu ou anhydre, obtenu par des rectifica-
s successives sur de la chaux et du chlorure de calcium, est
liquide transparent, très-fluide, très-mobile, incolore, d'une
eur brûlante, dont la densité est, à la température de 15°, de
)4 d'après Gay-Lussac, et qui bout à 78°,41. On ne peut le soli-
er par le froid. Sa vapeur a pour densité 1,6133 et est très-
ammable. Il brûle avec une flamme bleue. Il a pour formule
O^2; sa composition peut être représentée par de l'hydrogène
ırboné et deux équivalents d'eau. Cette synthèse a été réa-
e par M. Berthelot. On a essayé de transporter le procédé
ce chimiste du laboratoire dans l'industrie, en proposant de
parer de l'alcool au moyen de l'absorption de l'hydrogène
ırboné du gaz d'éclairage par l'acide sulfurique et de la décom-
ıtion subséquente de la combinaison obtenue. Jusqu'à présent
tentatives n'ont été que de curieuses expériences. La com-

position de l'alcool anhydre est représentée en nombres ainsi qu'il suit :

C^4..........	24	52.67
H^6..........	6	12.90
O^2..........	16	34.43
	46	100.00

L'alcool se mélange en toutes proportions avec l'eau; le phénomène est accompagné d'une contraction dont le maximum a lieu lorsqu'on ajoute 53,737 d'alcool anhydre à 49,836 parties d'eau; au lieu d'avoir 103,775 parties en volume, on a alors 100; la densité du liquide est alors de 0,927 à 10°, et l'hydratation correspond à 1 équivalent d'alcool pour 6 équivalents d'eau ($C^4H^6O^2,6HO$). A cause de cette contraction, la proportion d'eau contenue dans un esprit aqueux n'est pas en rapport exact avec les degrés des aréomètres.

L'alcool anhydre absorbe l'humidité de l'air et devient rapidement aqueux, quand il est renfermé dans des flacons mal bouchés. Il prive d'eau la plupart des corps hydratés que l'on y plonge. En le mélangeant avec l'eau, on produit une élévation sensible de température.

Les alcools faibles du commerce portent le nom d'eaux-de-vie; les alcools forts sont des esprits. On appelle *flegmes* les liquides alcooliques qui ont besoin d'être rectifiés par de nouvelles distillations pour fournir des eaux-de-vie ou des esprits du commerce.

Les transactions auxquelles donnent lieu les liquides alcooliques et les impôts dont ils sont chargés dans tous les pays exigent que l'on ait un moyen simple de connaître leur teneur en alcool réel. Ces moyens sont les aréomètres et les alcoomètres, instruments applicables seulement lorsqu'on a affaire à des mélanges d'eau et d'alcool, à l'exclusion de toutes autres substances.

L'aréomètre usité en France est celui de Cartier, nommé aussi *pèse-esprit.* L'instrument légal est l'alcoomètre centésimal de Gay-Lussac; on y emploie encore le pèse-liqueur de Baumé.

L'aréomètre de Cartier est gradué de telle sorte qu'il marque 10° au point d'affleurement dans l'eau, et 44° dans l'alcool absolu, la température étant de 12°,5 ; l'intervalle est divisé en 34 degrés égaux qui ne correspondent pas à des richesses exactement proportionnelles. A côté de l'échelle des degrés, on trouve quelquefois sur les aréomètres de Cartier l'échelle des densités correspondantes.

[redacted]

pèse-liqueur de Baumé est gradué de telle sorte que l'on
[ue 10° à l'affleurement dans l'eau pure, lequel a lieu à une
e distance de la tige; on marque 0° à l'affleurement de la
lans une dissolution de 10 de sel dans 90 d'eau qui a lieu un
plus bas; on partage l'intervalle en 10 parties égales et on
rte les divisions au-dessus. Cette graduation se fait à la
pérature de 15°.

lcoomètre de Gay-Lussac exprime immédiatement les cen-
es du volume d'alcool contenus dans le volume du liquide
lequel on plonge l'instrument. On le gradue à la tempé-
e de 15° en marquant 0° à l'affleurement de la tige de l'in-
nent dans l'eau pure et 100° à l'affleurement dans l'alcool
dre.

table suivante donne la correspondance, à 15° de tempéra-
du pèse-liqueur de Baumé, du pèse-esprit de Cartier, de
omètre centésimal de Gay-Lussac et des densités; ces der-
chiffres sont utiles pour passer du dosage en volume au
ge en poids.

Degrés de Baumé.	Degrés de Cartier.	Degrés de l'alcoomètre de Gay-Lussac.	Densités.
10	10.00	0	1.000
11	10.92	5	0.993
12	11.84	10	0.987
13	12.76	17	0.979
14	13.67	23	0.973
15	14.57	29	0.967
16	15.51	34	0.962
17	16.43	39	0.954
18	17.37	43	0.948
19	18.42	47	0.941
20	19.25	50	0.936
21	20.15	53	0.930
22	21.11	56	0.924
23	22.10	59	0.918
24	22.82	61	0.913
25	23.92	64	0.906
26	24.67	66	0.902
27	25.85	69	0.893
28	26.68	71	0.888
29	27.54	73	0.884
30	28.43	75	0.879
31	29.34	77	0.874
32	30.29	79	0.868
33	31.26	81	0.863
34	32.28	83	0.857

Degrés de Baumé.	Degrés de Cartier.	Degrés de l'alcoomètre de Gay-Lussac.	Densités.
35	32.80	84	0.854
36	33.88	86	0.848
37	35.01	88	0.842
38	35.62	89	0.838
39	36.84	91	0.832
40	37.55	92	0.829
41	58.24	93	0.826
42	38.95	94	0.822
43	40.49	96	0.814
44	41.33	97	0.810
45	42.25	98	0.805
46	43.19	99	0.800
47	44.19	100	0.795

Gay-Lussac a construit des tables au moyen desquelles on peut facilement ramener les indications alcoométriques indiquées à diverses températures à celles que les instruments marqueraient à 15°.

Au lieu des tables de Gay-Lussac, on peut se servir de la formule suivante, donnée par Francœur, pour calculer les corrections :

$$\text{Richesse alcoométrique} = a - 0.4\,(t - 15).$$

Dans cette formule, a est le degré de l'alcoomètre de Gay-Lussac observé à la température t.

Ainsi, l'alcoomètre centésimal marquant 90° à 25° de température, on a :

$$\text{Richesse vraie} = 90 - 0.4 \times 10 = 86.$$

Et si la température était de 5°, on aurait :

$$\text{Richesse vraie} = 90 + 0.4 \times 10 = 94.$$

Avant l'invention des aréomètres, on soumettait les liquides alcooliques, pour en estimer la richesse, à divers essais que l'on appelait des *preuves*. Dans le commerce, on a conservé l'usage de quelques-unes de ces preuves, et on se sert très-souvent de divers termes qui y sont relatifs. Il importe d'avoir à cet égard des définitions précises.

Une eau-de-vie satisfait à la *preuve de Hollande* lorsque, agitée vivement dans un flacon, elle fait la *perle*, c'est-à-dire qu'il se forme à sa surface une série de gouttelettes. Une telle eau-de-vie marque environ 19° à l'aréomètre de Cartier, 50° à l'alcoomètre de Gay-Lussac, et est formée de volumes égaux d'eau et d'alcool absolu.

Cette variété d'eau-de-vie, qui est au plus faible degré de con-
:ntration auquel les produits alcooliques se trouvent dans le
)mmerce, est devenue un type commercial auquel on rapporte
ous les autres. Ainsi on nomme *cinq-six* ($\frac{5}{6}$) un liquide alcoolique
:l, qu'en en prenant 5 volumes et en y ajoutant 1 volume d'eau,
n obtient 6 volumes d'eau-de-vie preuve de Hollande; ce nou-
eau type correspond à 21° $\frac{3}{4}$ Cartier ou 58° centésimaux; c'est le
egré de la véritable eau-de-vie de Cognac, celui aussi que donnent
leurs eaux-de-vie beaucoup de distillateurs de l'Armagnac; le
lus élevé enfin que l'on trouve dans les liqueurs destinées à la
oisson.

De même que le $\frac{5}{6}$ est l'eau-de-vie la plus forte, le $\frac{4}{5}$ est l'esprit
: plus faible, ou celui qui contient le plus d'eau; c'est le liquide
lcoolique dont 4 volumes avec 1 volume d'eau donnent 5 volumes
ıarquant 19° ou preuve de Hollande. Le $\frac{4}{5}$ marque environ 23°
artier ou 62° centésimaux. On nomme le $\frac{4}{5}$ *preuve d'huile*, parce
ue l'huile qui surnage l'eau a à peu près la même densité que
et esprit, cesse de rester à la surface du liquide et se mélange
vec lui.

Viennent ensuite l'esprit $\frac{3}{4}$ qui correspond à 25°,5 Cartier ou
8° Gay-Lussac ou centésimaux; le $\frac{2}{3}$ qui correspond à 27° Cartier
u 72° Gay-Lussac; le $\frac{3}{5}$, à 29° Cartier ou 76° Gay-Lussac; le $\frac{4}{7}$, à
0° Cartier ou 78° Gay-Lussac; le $\frac{5}{9}$, à 31° Cartier ou 80° Gay-Lus-
ac; le $\frac{6}{11}$, à 32° Cartier ou 82° Gay-Lussac. Toutes ces dénomina-
ions sont aujourd'hui peu usitées.

Il n'en est pas de même du *trois-six* ($\frac{3}{6}$), dont 3 volumes ajoutés
ı 3 volumes d'eau forment six volumes d'eau-de-vie preuve de
lollande; il est très-répandu dans le commerce et donne lieu à
ın grand nombre de transactions. Il correspond à 33° Cartier ou
ı 85° Gay-Lussac. On trouve du *trois-six* qui est un peu plus fort
:t marque 34° Cartier, ou bien qui est affaibli par les pertes de
ongs emmagasinages, de manière à n'avoir plus que 32 et même
30°. Les esprits très-concentrés perdent par exosmose dans les
ûts en bois une partie de leur alcool, et de là l'abaissement du
legré qui se produit toujours à la longue.

Après le trois-six, on a encore le $\frac{3}{7}$ correspondant à 35° Cartier
u 87° Gay-Lussac; le $\frac{3}{8}$, à 38° Cartier ou 92° Gay-Lussac; le $\frac{3}{9}$, à
ı2° Cartier ou 98° Gay-Lussac. Comme nous l'avons dit, l'alcool
ıbsolu marque 44°,19 Cartier. On appelle ordinairement *esprit*
ectifié celui qui est à 36° Cartier ou 90° Gay-Lussac.

Les traités de commerce qui ont aboli les prohibitions et éta

la liberté des échanges entre la France et diverses nations, sous l'acquittement préalable de droits convenablement modérés, donnent un intérêt à la connaissance exacte des types et des appareils employés en Angleterre pour définir les esprits.

La loi anglaise a fixé pour esprit type, *esprit preuve* (proof spirit), un liquide alcoolique dont la densité, à la température de 51° Fahrenheit (10°,5 centigrades), est à la densité de l'eau comme 12 est à 13. Cette densité est exprimée par 0,9245 et correspond à 57° Gay-Lussac à la température de 15°. En d'autres termes, l'esprit preuve type d'Angleterre contient 57 pour 100 d'alcool pour 1 volume. Cela posé, on mesure la force des liquides alcooliques par la proportion d'esprit preuve qu'ils contiennent, et cette proportion est indiquée par les degrés d'un aréomètre spécial qu'on appelle *hydromètre de Sikes* et qui remplace maintenant l'hydromètre de Clarke autrefois en usage. Pour les transactions commerciales avec l'Angleterre, il est utile de connaître la description de cet appareil. Il est formé par une tige d'environ 9 centimètres de long, soudée à une boule de 4 centimètres de diamètre; à cette même boule est également soudée une tige conique de 3 centimètres de longueur qui se termine par un petit bouton pyriforme de 12 millimètres de diamètre, et servant à lester l'appareil. L'instrument est en laiton ; sa longueur totale est d'environ 17 centimètres ; il a, comme on voit, la forme ordinaire des aréomètres. La tige supérieure est aplatie et divisée, sur deux côtés, en 11 parties égales, dont chacune se trouve subdivisée en deux; cette échelle est numérotée de 0 à 11, le zéro étant à la partie supérieure.

L'appareil est accompagné de huit poids circulaires numérotés 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70 et 80; puis d'un autre poids ayant la forme d'un parallélipipède. Chaque poids circulaire porte une entaille jusqu'à son centre et qui permet de le fixer à la tige conique soudée à la partie inférieure de la boule. Le poids ayant la forme d'un parallélipipède porte sur une de ses faces une entaille carrée, au moyen de laquelle on peut le placer sur le sommet de la tige.

Pour déterminer avec cet instrument la richesse d'une liqueur spiritueuse, on commence par l'enfoncer à la main dans le liquide jusqu'à ce que l'échelle soit entièrement submergée, et, d'après la force employée pour le faire descendre, on juge quel est le disque qu'il faut fixer à la tige conique inférieure. On arrive par un tâtonnement assez court à trouver le disque qui permet à

l'appareil de se tenir en équilibre au sein du liquide, un point de l'échelle graduée affleurant à la surface. On note ce point d'affleurement, en ayant soin de lire en dessous, c'est-à-dire sans tenir compte de la portion de liquide qui mouille la tige en vertu de la capillarité. On prend en même temps la température du liquide au moyen d'un thermomètre. Le chiffre lu sur la tige est ajouté à celui que porte le poids qu'il a fallu employer pour produire l'affleurement dans la limite de la graduation. Les nombres ainsi obtenus suffisent pour donner la force du liquide au moyen d'une table à double entrée qui accompagne l'appareil. Cette table contient sur une ligne les degrés du thermomètre et sur une autre les nombres fournis par l'instrument. On cherche dans cette dernière colonne le chiffre obtenu; puis on suit la ligne qui est en face, jusqu'à ce qu'on arrive au-dessous du degré qui donne la température de l'observation. Le chiffre contenu dans la case intermédiaire représente la force du liquide essayé.

Cette force est exprimée par des nombres qui indiquent de combien pour 100 le liquide examiné est au-dessus ou au-dessous de l'esprit preuve; et un calcul très-simple donne la quantité d'esprit preuve que ce liquide contient.

Le traité de commerce avec l'Angleterre divise, pour l'acquittement des droits, les vins en trois catégories: 1° les vins contenant moins de 18° d'esprit, type d'Angleterre, et devant payer 27 fr. 50 par hectolitre; 2° les vins contenant de 18 à 26° du même esprit et devant payer 41 fr. 27; 3° les vins contenant de 26 à 40° et devant acquitter, ainsi que tous les vins en bouteilles, 55 fr. 03 l'hectolitre. D'après les correspondances des tables, 18° d'esprit type d'Angleterre correspondent à 10°,28 Gay-Lussac; 20° d'Angleterre, à 14°,84 Gay-Lussac; 40° d'esprit d'Angleterre, à 22°,84 Gay-Lussac.

Pour définir le degré d'un vin, il faut, avec l'hydromètre de Sikes comme avec l'alcoomètre de Gay-Lussac ou les aréomètres de Cartier ou de Baumé, avoir recours à la distillation préalable de la moitié environ du liquide dans un petit alambic de Gay-Lussac, de Salleron, ou dans tout autre instrument analogue. On réduit le degré que donne la partie distillée dans le rapport que son volume présente avec le volume total d'où elle provient. La même remarque est applicable à tout autre liquide alcoolique qui ne contient pas seulement de l'eau et de l'alcool. On conçoit, en effet, que des matières étrangères dissoutes dans la liqueur alcoolique doivent en faire varier diversement la densité.

Une distillation préalable en petit, suivie de l'essai alcoométrique du liquide condensé, est le moyen auquel on a recours généralement pour éprouver la richesse d'un moût fermenté dont on veut retirer l'alcool. Au lieu d'un petit alambic, on peut employer à cet effet un instrument imaginé par M. Gessler, de Bonn (Prusse), et qui permet de n'opérer que sur un très-petit volume de liquide. Cet instrument est fondé sur les variations très-grandes de la tension à 100° de la vapeur d'un mélange d'eau et d'alcool, lorsque la proportion d'alcool subit des changements même assez faibles. Il consiste en un réservoir formé d'un tube de verre de 7 à 8 millimètres de diamètre, fermé à une extrémité et soudé à l'autre bout à un tube étroit; celui-ci constitue une sorte de petit goulot qui entre à frottement à l'émeri dans un tube manométrique se redressant verticalement et fixé sur une planche graduée. Un peu au-dessous du goulot est un étranglement à une distance telle que l'espèce d'ampoule ainsi formée contienne un centimètre cube; deux traits marqués sur le réservoir indiquent exactement cette capacité. On remplit le réservoir de mercure jusqu'au premier trait; on verse le liquide à essayer jusqu'à ce qu'il atteigne le second trait. Alors on retourne le réservoir; le liquide monte vers la partie fermée et on adapte le tube manométrique. Le réservoir étant alors placé dans une petite étuve à eau bouillante, la vapeur qui se forme fait monter le mercure dans le tube manométrique, et la division à laquelle il s'arrête indique la proportion d'alcool. Un thermomètre placé dans l'étuve indique la température exacte du réservoir, laquelle peut varier dans différents lieux et diverses expériences, et une table, jointe à l'appareil, donne la correction à effectuer. Pour se servir de cet instrument, il faut avoir soin, si l'on veut essayer des moûts contenant du gaz acide carbonique, de traiter préalablement ceux-ci par un peu de chaux.

Le distillateur ne pourra diriger ses opérations d'une manière fructueuse qu'en ayant constamment recours aux essais aréométriques. Les matières dissoutes dans les liquides qu'il soumettra à ses alambics pouvant aussi agir sur la qualité des produits, il fera sagement d'exécuter dans de petits alambics de fréquentes distillations d'essai qui le guideront dans ses opérations industrielles. La nature des matières dissoutes dans les *vins* soumis à la distillation exercera souvent une action marquée sur les résultats, et il sera utile d'étudier leurs propriétés. Le pouvoir dissolvant de l'alcool est variable avec la quantité d'eau à laquelle il est

combiné; mais on peut dire en général qu'il dissout les alcalis caustiques, les sulfures alcalins, et particulièrement les sels déliquescents, à l'exception du carbonate de potasse, qui, très-soluble dans l'eau, est insoluble dans l'alcool et peut séparer ce dernier liquide du premier. Plusieurs sels, notamment le chlorure de calcium, se combinent avec l'alcool pour former des alcoolates, comme l'eau constitue des hydrates. D'ailleurs, la dissolution de quelques sels dans l'alcool peut changer l'ordre ordinaire des affinités chimiques; par exemple, l'acétate de potasse dissous dans l'alcool est décomposé par l'acide carbonique pour former du carbonate insoluble et mettre l'acide acétique en liberté. Le sulfate de chaux est précipité par l'alcool de ses dissolutions aqueuses.

L'alcool peut s'opposer à l'action des acides sur les bases; en général, les acides alcoolisés ne réagissent sur les bases qu'autant que le nouveau sel qui peut prendre naissance est insoluble dans le liquide alcoolique. Il empêche les acides les plus énergiques de réagir sur la teinture bleue de tournesol.

Les acides et les bases agissent d'ailleurs sur l'alcool pour donner naissance à divers composés qui se forment à ses dépens, en diminuent la quantité ou en altèrent les propriétés, de telle sorte que les distillateurs, désireux d'obtenir l'absence de toute espèce de goût étranger, doivent chercher à opérer avec des liquides aussi neutres que possible.

Les huiles essentielles, la plupart des résines, les corps gras, le camphre, etc., sont solubles dans l'alcool et lui communiquent des saveurs ou des odeurs spéciales. Le sucre y est soluble, tandis que les matières albumineuses ne s'y dissolvent pas.

L'alcool s'oxyde et s'acidifie au contact de l'air en présence de diverses matières organiques ou poreuses et sous l'action d'organismes vivants ou ferments spéciaux dont les germes peuvent être simplement apportés par l'air atmosphérique.

III.—SOURCES DIVERSES DE L'ALCOOL.

L'alcool du commerce provient toujours de la fermentation d'une matière sucrée, soit que cette matière existe naturellement, soit qu'une opération préalable lui donne naissance. On l'extrait de plantes sucrées ou de plantes féculentes. Jusqu'à présent, les tentatives pour le fabriquer avec le gaz de la houille ou bien avec les matières celluleuses n'ont pas eu de succès industriel.

Les liquides alcooliques obtenus par la fermentation étant trop

étendus d'eau, on sépare les esprits par la distillation, mais en laissant dans les produits quelques principes étrangers sui generis qui en rappellent plus ou moins l'origine et leur attribuent des valeurs vénales propres. De là aussi des noms particuliers donnés aux divers spiritueux.

Les eaux-de-vie les plus répandues sont tirées de liquides tels que le vin, le cidre et la bière, qui sont le plus souvent produits pour être consommés en nature. Viennent ensuite les esprits tirés des grains, des mélasses, des pommes de terre et des betteraves. Presque tous les fruits, toutes les racines, tous les tubercules donnent aussi lieu à une fabrication plus ou moins importante de liqueurs alcooliques.

L'arak, araki, arrack, arrack-mehwah, arrack-tuba, sont des eaux-de-vie tirées de sèves fermentées avec des écorces d'acacia ou diverses fleurs, de raisins secs, de dattes, de mûres, d'orge et de dari (millet), dans les Indes, en Perse, le Turkestan, les Philippines;—l'araka, arka, arki, est obtenu chez les Kalmoucks par la fermentation du lait de jument;—l'agua-ardiente est extraite, au Mexique, de la séve de l'agave américain; — le rack ou araki est préparé en Egypte avec la séve fermentée des palmiers; — dans l'Amérique du Sud, le rack est obtenu avec la séve fermentée du cacaoyer; — le rakia, en Dalmatie, est fait avec du moût de raisin et des aromates;—aux îles Orcades, le bland provient du petit-lait fermenté; — le rack ou arack, dans l'Indostan, est extrait du suc de canne avec addition d'une écorce fermentée; —le genièvre est préparé, dans beaucoup de provinces de l'Europe septentrionale, avec des grains et des baies de genièvre, qui, à Dantzig, sont remplacés par divers autres aromates pour donner le goldwasser; — le kirsch ou kirschenwasser provient, dans les Vosges, en Sicile et en Allemagne, de merises écrasées et fermentées avec leurs noyaux;—le zwetschenwasser est tiré, en Alsace, en Lorraine et dans beaucoup d'autres parties de l'Europe, d'une variété de prunes nommées *couètches;*—le maraschin, en Dalmatie, est préparé avec des pêches et des prunes;—l'holerca, en Transylvanie, est de l'eau-de-vie d'orge et de fruits;—le mahuari, sur les côtes de Mozambique, est fabriqué avec des bananes et quelques autres fruits; — le rhum, aux Antilles, est préparé avec la mélasse et les écumes du suc de canne; — le rhum, dans l'Amérique du Nord, provient de la séve fermentée de l'érable à sucre;— le sekis-kayavodka, à Scio, est extrait de la lie de vin et de fruits; —le slivovitza, en Bosnie, est de l'eau-de-vie de prunes;—le show-

[redacted]

choo est, en Chine, de l'eau-de-vie de riz, et le kao-lyang, de l'eau-de-vie de sorgho; — le troster, sur les bords du Rhin, est fait avec du marc de raisin et diverses graminées; — le welky, au Kamtschatka, est de l'eau-de-vie de riz; — le wisky, en Écosse et en Irlande, est préparé avec de l'orge, du seigle ou des pommes de terre, avec addition de prunelles sauvages.

La plupart des liqueurs fines s'obtiennent en faisant infuser avec une eau-de-vie aussi pure de goût que possible divers fruits ou aromates, et en soumettant le liquide à la distillation; souvent on ajoute ensuite du sucre au produit de la distillation. Ainsi l'anisette provient de la distillation d'une infusion d'anis, de coriandre et de fenouil dans l'eau-de-vie; — le curaçao, de celle d'une infusion de zestes d'oranges, de canelle et de macis; — le vespetro, de celle d'une infusion de graines de carvi, d'angélique, de coriandre, de fenouil, de zestes de citrons et d'oranges; —l'eau de noyaux, de celle d'une infusion d'amandes d'abricots, de pêches, de cerises et de fleurs d'oranger, etc. Les liqueurs préparées sans le secours de la distillation et par infusion seule ne sont pas de garde et n'ont pas de finesse de goût.

L'alcool qui renferme, même dans les distilleries non perfectionnées, le moins de matières étrangères est celui de maïs; aussi il est employé préférablement par beaucoup de liquoristes pour toutes leurs préparations. C'est à lui qu'on a recours de préférence, ou bien à celui extrait des vins du Midi, pour les mélanges qui servent à augmenter la masse de certaines eaux-de-vie spéciales qu'exigent les consommateurs de certains pays et qu'ils payent à des prix beaucoup plus élevés que les cours moyens; telles sont, par exemple, les eaux-de-vie de maïs en Savoie et celles de cidre en Normandie. Viennent ensuite les eaux-de-vie industrielles de riz, de betteraves, de mélasse, de pommes de terre. Lorsque les cours s'élèvent par suite d'une mauvaise récolte viticole, on s'adresse à toutes les sources possibles, aux topinambours, au sarrasin, aux châtaignes, aux racines d'asphodèle, aux eaux de lavage provenant de la fabrication de la garance, etc. Du reste, quels que soient les principes et la nature des éthers ou des essences qui sont mélangés aux esprits et qui varient avec les matières premières employées à leur extraction, il y a de bons appareils de rectification qui donnent de l'alcool pur, dont il est impossible de découvrir l'origine à là simple dégustation ou même par l'analyse chimique.

IV.—EXTRACTION ET PRÉPARATION DES MOUTS. SACCHARIFICATION.

Les modes divers de la préparation des moûts qui, après la fermentation, deviennent les *vins* soumis à la distillation, définissent le plus ordinairement les systèmes suivant lesquels sont établies les distilleries.

Il ne se présente dans l'industrie que deux cas essentiellement distincts : ou bien le sucre est tout formé dans la matière première d'où on se propose de tirer de l'alcool, et il n'y a qu'à extraire le moût ou à le mettre en état de subir la fermentation alcoolique; ou bien il y a lieu de transformer préalablement en sucre les matières féculentes pour obtenir en fin de compte un moût fermentescible.

Le premier cas est évidemment le plus simple; mais il y a quelque chose de plus simple encore, c'est de distiller directement le vin ou le cidre qui tombent, dans les années de grande abondance, à un si bas prix que le marché général de tous les alcools en est affecté. Alors le fabricant d'alcool n'a pas à préparer de moût; il n'a absolument à s'occuper que de distillation et de rectification. Mais dans certaines parties de la France, et notamment dans les Charentes, pour faire de l'eau-de-vie de Cognac, le distillateur doit lui-même extraire du raisin le moût sucré pour le faire fermenter.

Généralement le procédé employé est primitif et laisse beaucoup à désirer sous le point de vue de l'économie et du rendement. Il consiste dans une véritable fabrication de vin blanc : on écrase la vendange; on attend ensuite l'égouttage spontané du moût mis en liberté par la rupture des cellules saccharifères, en le provoquant parfois par l'amoncellement de la vendange sur des treillages appelés *égouttoirs*. L'égouttage terminé, on soumet la vendange à une pression énergique, après laquelle on démolit et effrite le gâteau de marc pour presser de nouveau plus énergiquement et surtout plus longtemps. Certaines pressions durent 36 heures, mais en moyenne elles se font en 15 à 24 heures. Il y a des propriétaires qui démolissent et effritent une seconde fois le gâteau de marc, l'arrosent d'eau et le soumettent encore à l'action du pressoir. Les moûts d'égouttage spontané et de première pression portent le nom de *vins* ou *moûts de goutte;* ceux des pressions suivantes s'appellent *vins* ou *moûts de pressis.*

Cette méthode commune donne, dans les meilleures conditions

l'application, les résultats suivants pour 100 kilogrammes de vendange :

Moût de goutte...............	50 kilogr.	74 kilogr.
Moût de pressis..............	24 »	
Marc ou résidus...........................		26 »
Total............		100 »

On tire généralement 12 litres d'eau-de-vie à 60° centésimaux par hectolitre de moût, et, par conséquent, environ 9 litres des moûts de goutte et de pressis fournis pour 100 kilogr. de vendange. On estime qu'il en reste au moins autant dans le marc, quoique de celui-ci on n'extraie d'ordinaire que 6 litres d'eau-de-vie à 60° pour 100 kilogr. Il y a ainsi une perte considérable d'alcool, outre que les longues pressions altèrent notablement la qualité et le parfum des eaux-de-vie. Au bout de quelques heures de pression, en effet, la masse entre en fermentation, et l'on entend souvent le bruit produit par le dégagement d'acide carbonique à plus de vingt mètres de distance. L'alcool provenant de la fermentation sous le pressoir reste en général dans le marc, en vertu de cette propriété bien connue des tissus végétaux d'absorber et de retenir plus d'alcool que les liquides plus ou moins alcooliques dans lesquels ils sont plongés. Les vins de pressis en sont appauvris en même temps qu'ils emportent avec eux un goût de dureté et d'âpreté qui se retrouve ensuite dans les eaux-de-vie après la distillation.

On comprend, d'après ces remarques succinctes, qu'on ait dû chercher à modifier le procédé le plus ordinaire employé dans les Charentes en vue d'augmenter le rendement, de diminuer les frais de pression et de manipulation, et enfin d'améliorer la qualité des produits. Pour atteindre ce but, on a dû songer à recourir aux méthodes de macération et de déplacement appliquées avec succès dans tant d'autres industries. C'est ce que viennent de faire récemment MM. Petit et Robert, de Saintes (Charente-Inférieure), et ils ont obtenu les résultats les plus avantageux. Leur méthode consiste à employer trois cuviers macérateurs reliés entre eux par des tuyaux de communication de bas en haut, qui permettent de faire passer le liquide de l'un d'eux dans le suivant, de telle sorte que l'eau de macération employée puisse entraîner non pas seulement la glucose du jus mis en liberté par l'écrasement de la vendange, mais encore la glucose renfermée dans les cellules qui n'ont pas été déchirées. Chaque macérateur est muni de deux faux fonds, l'un pour le bas,

l'autre pour le haut; celui du bas porte à son centre une tige qui sert à le sortir, au moyen de cordes et d'un petit treuil, avec toute la charge de marc, lorsque ce marc est épuisé par trois macérations successives; celui du haut empêche le marc de remonter à la surface pendant la durée de l'opération.

Pour la mise en train, la vendange foulée ou écrasée est jetée dans le macérateur n° 1 sur le faux fond inférieur placé à l'avance, et tandis qu'un robinet inférieur est ouvert pour laisser écouler le moût de goutte. Quand ce premier macérateur est plein de vendange écrasée, on met le faux fond du haut, on ferme le robinet d'en bas, et on fait couler d'un réservoir supérieur un filet d'eau jusqu'à ce que la vendange baigne complétement. Le macérateur nº 1 est ainsi abandonné plein d'eau pendant environ 3 heures à la macération. Pendant ce temps, on charge de vendange le macérateur n° 2, en laissant aussi écouler par en bas le moût de goutte; au bout des 3 heures, après avoir fermé le robinet inférieur, on y amène le liquide du macérateur nº 1, en laissant simplement écouler de l'eau nouvelle sur ce cuvier, le tube de communication faisant siphon pour amener au-dessus du n° 2 le liquide du fond du nº 1. Pendant ce temps, on remplit de vendange le macérateur nº 3, en opérant comme pour les deux premiers. Quand ce cuvier nº 3 est plein et que tout son moût de goutte est sorti par le robinet inférieur que l'on a soin de fermer à la fin de l'écoulement, on laisse tomber de nouveau de l'eau pure sur le macérateur nº 1; alors le liquide de macération qu'il contenait se répand sur le nº 2, et le liquide de macération de ce nº 2 s'écoule sur la vendange nouvelle du n° 3.

Quand la macération sur le nº 3 a duré environ 2 heures, on ouvre le robinet inférieur, en laissant écouler comme moût terminé le liquide qu'il contenait; puis, au moyen d'une petite pompe, on soutire tout le liquide du cuvier n° 1, en l'envoyant sur le nº 2; par cela seul, le liquide du n° 2 remplace dans le n° 3 le moût de macération envoyé aux tonneaux. Après l'assèchement du marc du nº 1 par la pompe, on fait marcher le treuil et on enlève le faux fond inférieur avec toute sa charge. Le marc épuisé est jeté dans la claire-voie d'un petit pressoir spécial; une demi-heure plus tard, la pression est faite et le marc est mis dehors.

La mise en train est alors achevée; il n'y a plus qu'à continuer indéfiniment le même travail. Le n° 1 est rempli de vendange nouvelle. Le nº 2 devient le n° 1 de la série, tandis que le n° 1 précédent devient le nº 3. C'est sur le cuvier n° 2 ancien, qui a

déjà reçu deux fois du liquide, qu'on fait arriver de l'eau pure, en même temps que le produit de la macération de l'ancien n° 3 arrive sur l'ancien n° 1, et ainsi de suite. En d'autres termes, alternativement et régulièrement chaque cuvier macérateur reçoit de la vendange nouvelle sur laquelle s'écoulent du liquide qui a servi à deux macérations, du liquide qui a servi à une seule macération, et enfin de l'eau pure; le produit de la première macération est envoyé aux tonneaux réservoirs de marc, et les produits des deux autres macérations dans le cuvier suivant, puis quand sa vendange est asséchée par la pompe, on le vide et on le recharge de nouveau.

La quantité d'eau nécessaire pour épuiser complétement la vendange varie suivant le degré de maturité du raisin et suivant sa richesse, un raisin plus mûr exigeant plus d'eau qu'un raisin moins mûr. En 1863, on a employé une quantité d'eau égale à 12 p. 100 du poids total de la vendange. La règle pratique consiste à verser la quantité d'eau nécessaire pour bien baigner la rafle contenue entre les deux faux fonds.

La méthode de macération de MM. Petit et Robert comparée aux méthodes ordinaires a donné, dans de nombreuses expériences faites sur une grande échelle, un excédant de production d'alcool d'un huitième avec une supériorité notable dans la qualité des produits.

Cette méthode, qui n'est pas autre chose que l'application aux raisins des procédés de macération des betteraves, sera employée avec avantage non-seulement dans les deux Charentes, puis dans les pays de production des eaux-de-vie dites d'Armagnac, mais encore dans le Midi où les marcs de vins rouges abandonnés jusqu'ici aux distillateurs d'eaux-de-vie de marc pourront être macérés pour concourir largement dans l'avenir à la fabrication de très-bons trois-six de Montpellier. Elle pourrait aussi servir à la préparation de tous les moûts qu'on extrait des fruits. La macération avec l'eau est dans tous les cas préférable à la distillation directe des matières pâteuses, c'est-à-dire à la fabrication consistant tout simplement à écraser les matières saccharifères, à les faire fermenter en masse et à soumettre le tout à l'alambic.

La seconde classe de moûts que nous avons maintenant à considérer est celle des sucres de basse qualité qui ne sont pas acceptés pour la consommation ou qu'il est plus avantageux de transformer en alcool. Elle comprend les mélasses qui forment les résidus des sucreries.

en France dans plus de 400 fermes ; il a pour caractères dist tifs de faire macérer la betterave coupée en rubans dans vinasses chaudes qui se substituent au jus qu'elles déplacer restituant aux pulpes toutes les substances qui composaien racines, à l'exception du sucre, et de faire fermenter les jus d manière continue par le dédoublement méthodique des c où du jus nouveau s'ajoute régulièrement à une partie de la m en fermentation.

Les fig. 531 et 532 représentent une petite distillerie Champon en plan et en perspective. Un manége placé au dehors fait mou

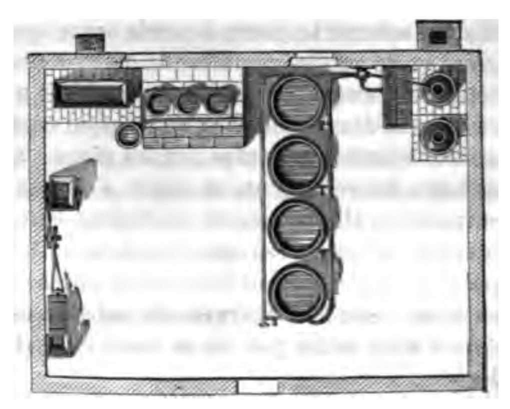


Fig. 531.—Plan d'une distillerie du système Champonnois.

le laveur et le coupe-racines qu'on aperçoit sur la gauche dessins. Les cossettes de betteraves sont recueillies dans panier et immédiatement aspergées avec de l'eau acidulée l'acide sulfurique dans la proportion de 2 litres d'acide conc pour 30 litres d'eau, cette quantité correspondant ordinaire à 1,000 kilogrammes de racines. Afin d'obtenir de meille pulpes pour la nourriture du bétail, on peut substituer à l'a sulfurique 2 millièmes de sel marin et 1 millième de sulfa fer, et ne plus employer d'acide que dans le cas où il se pré quelque arrêt dans les fermentations.

Les cossettes ou rubans de betteraves sont immédiatement tées dans les macérateurs qui sont au moins au nombre de t et, pour les petites distilleries, doivent pouvoir contenir 250 s au moins ; ils ont alors 0m,50 de hauteur pour les ues entre deux doubles fonds, plus 7 ou 8 centim mètres en haut. Les doubles fonds mobiles

[redacted]

n bois ou en tôle, et ils sont percés d'un grand nombre de petits rous pour le passage des liquides. Pour les macérateurs de plus rande dimension, la hauteur totale ne doit pas dépasser 2 mètres, fin d'éviter un tassement qui s'opposerait à la complète macéraion. Pour les petits macérateurs, l'opération ne dure qu'une ieure environ; elle doit être prolongée jusqu'à 10 ou 12 heures lans ceux de grandes dimensions.

Les trois macérateurs qui sont, *au minimum*, nécessaires, s'aperçoivent dans le fond de l'usine (fig. 532); ils sont placés sur une

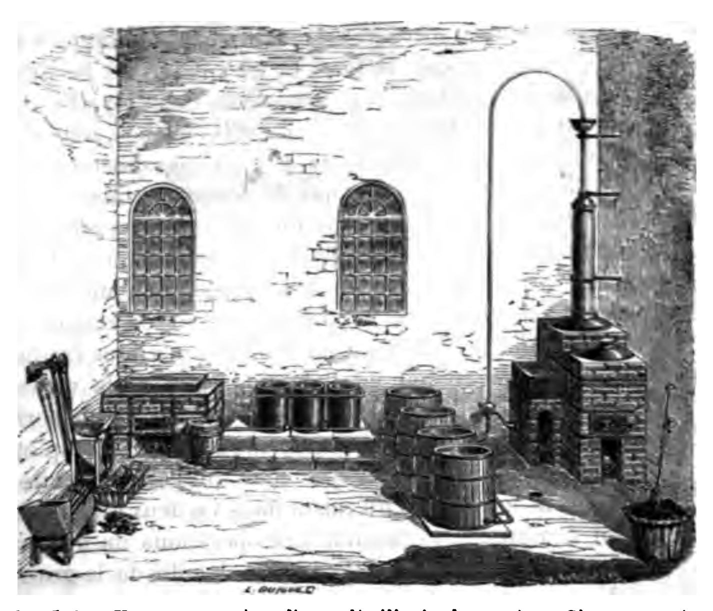


Fig. 532.— Vue perspective d'une distillerie du système Champonnois.

évation pour laisser circuler les jours dans les cuves de fermention qu'on voit un peu plus à droite; plus loin est l'appareil stillatoire chauffé à feu nu, avec un réservoir placé à côté pour cevoir les vinasses.

Distinguons les macérateurs par les numéros 1, 2 et 3. ipposons qu'ils sont tous chargés de cossettes. On s'arrange iur que chaque lot de cossettes soit lavé quatre fois par de la nasse pure et par des liquides ayant passé une fois, deux et ois fois sur tous les lots des autres macérateurs. Pour cela, ir le faux fond supérieur du n° 1, on fait arriver 200 l' inasse chaude pour 250 kilogrammes de betteraves.

d'une heure, on ouvre un robinet inférieur qui établit une communication au moyen d'un siphon avec la partie supérieure du macérateur n° 2, et on fait arriver sur le n° 1 une nouvelle charge de vinasse qui chasse tout le liquide par déplacement. Au bout d'une nouvelle heure, par une nouvelle charge de vinasse et par l'ouverture des robinets, le liquide du n° 1 passe dans le n° 2 et celui du n° 2 dans le n° 3. Le liquide qui était dans ce dernier est envoyé dans une des cuves destinées à la fermentation. Une nouvelle charge de vinasse sur le n° 1 achève de l'épuiser. On enlève son liquide par une pompe pour l'envoyer dans la chaudière à réchauffer qu'on aperçoit à droite dans le dessin, puis on le décharge en ôtant le double fond et en conduisant la pulpe dans un magasin, où on la mélange avec de la menue paille, des balles de blé ou même du foin et de la paille hachés, afin d'en composer une excellente nourriture pour l'engraissement du bétail. Alors le cuvier n° 1 est rempli de cossettes nouvelles, et c'est sur le n° 2 qu'on verse par deux fois de la vinasse pour que le déplacement ait lieu dans le n° 3 et ensuite dans le n° 1. Le macérateur n° 2 est enfin épuisé par la pompe, vidé, puis rempli de nouveau, et ainsi de suite. Au commencement, on emploie de l'eau chaude; quand le travail est en train, on n'a plus recours qu'à de la vinasse provenant de l'alambic ou à de la vinasse réchauffée. Chacun des macérateurs est à son tour tête de série, et le lavage méthodique s'accomplit avec une perfection complète. C'est à peu près le même système que celui qui postérieurement a été appliqué à la macération du raisin dans les deux Charentes.

Afin qu'on comprenne l'ensemble des opérations du système Champonnois, nous avons fait faire le plan détaillé de la grande distillerie de ce genre qui est établie à Messy.

En A (fig. 533) est le laveur des betteraves; en B, le coupe-racines; en C, une auge de 4 ou 5 centimètres de profondeur seulement et dans laquelle tombent les cossettes qui y sont acidulées.

Le liquide acide est dans la cuve D, faite en bois et doublée de plomb. Un tuyau, également en plomb, part de cette cuve et vient sous le coupe-racines laisser couler l'acide par un grand nombre de petits trous, sous forme de pluie, sur les cossettes au fur et à mesure qu'elles tombent en C, où elles sont remuées à la pelle et ensuite prises pour être jetées dans l'un des macérateurs E.

En F sont les cuves de fermentation, où le jus n'arrive toutefois qu'après avoir passé, à sa sortie de la macération, dans un réfrigérant à air libre F'.

En G est la chaudière à feu nu pour l'alambic, et, en H, l'appareil distillatoire dont nous expliquerons le principe et le jeu dans le dernier paragraphe de cet article.

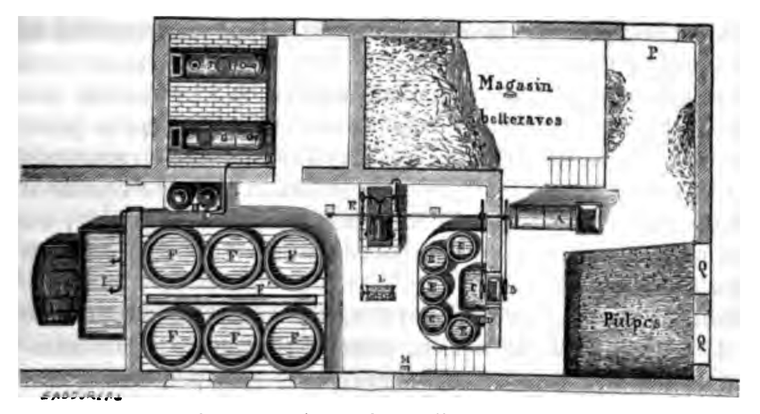


Fig. 533.—Plan de la distillerie de Mesoy.

Les flegmes de la distillation tombent dans le réservoir I, où ils sont jaugés avant d'être transvasés dans les tonneaux servant au transport dans les distilleries de rectification, car généralement les agriculteurs-distillateurs ne rectifient pas eux-mêmes.

Le laveur A, le coupe-racine B, les pompes principales L, la pompe de secours M, sont mis en mouvement par une machine à vapeur horizontale K, de la force de quatre à cinq chevaux, dont la vapeur est fournie par la chaudière J. Les voitures qui arrivent à la sucrerie pour y apporter la betterave entrent par une porte spéciale, passent sur la bascule, et après le pesage vont se décharger soit devant la vaste porte qui donne accès dans le magasin, soit, si elles doivent être employées tout de suite, devant le baie P, qui ouvre sur un plancher placé à la hauteur du fond des chariots. Ce plancher, qui est à 2 mètres de hauteur au-dessus du magasin, recevant les betteraves d'un côté, les livre d'un autre côté au laveur, d'où elles tombent pour arriver au coupe-racines. Les chariots, déchargés des betteraves, tournent l'angle du bâtiment et viennent se placer devant les deux larges ouvertures Q, où on les remplit de pulpe; elles sortent enfin par une autre porte principale. Par ces dispositions, tout encombrement est évité; et, ainsi que cela doit arriver dans toutes les distilleries, où l'on distille plus de betteraves que la ferme n'en produit, les pulpes sont remportées dans les exploitations rurales pour être consom-

mées par le bétail, par les mêmes voitures qui avaient amené les betteraves.

Tel est le système Champonnois pour la distillation des betteraves. Au point de vue de la préparation du moût, il se distingue de tous les autres par la macération méthodique des cossettes de betterave à l'aide des vinasses, de telle sorte qu'il laisse dans les pulpes intégralement toutes les matières qui ne passent pas à la distillation. On verra, dans le chapitre suivant, qu'au point de vue de la fermentation, il présente aussi quelques caractères particuliers. La simplicité de son installation explique comment il s'est rapidement répandu dans les exploitations rurales; on compte, dans le rayon de Paris, plus de trois cents distilleries agricoles de ce système.

Dans un certain nombre de fermes, on a adopté les systèmes de M. Le Play et de M. Kessler. Le premier repose sur la fermentation directe des cossettes de betteraves, et sera par conséquent décrit dans le chapitre suivant ; le second a pour principe le déplacement du jus de la pulpe par voie de filtration. La betterave, au lieu d'être découpée en tranches au moyen du coupe-racines, est réduite en pulpe fine par l'emploi d'une râpe qui en déchire toutes les cellules ; les betteraves sont maintenues contre la râpe par un coussin à la main, ou par des pousseurs mécaniques selon l'importance de la fabrication. Pendant que la râpe fonctionne, on laisse écouler sur le tambour un filet de liquide acidulé dans des proportions telles que le poids de l'acide représente environ deux à trois millièmes du poids de la racine râpée. On emploie, pour diluer l'acide, de la vinasse, des jus faibles ou de l'eau à la dose de 200 litres environ par 1,000 kilogrammes de pulpe. Un petit réservoir supérieur, muni d'un flotteur à indice, permet de régler convenablement l'écoulement du liquide.

La pulpe arrosée tombe dans une caisse ou *bac à charger*, dont la contenance correspond au chargement de la table de déplacement, qui constitue l'organe caractéristique des distilleries du système Kessler. Cette table de déplacement (fig. 534) se compose simplement d'une surface filtrante ordinairement en bois, recou-

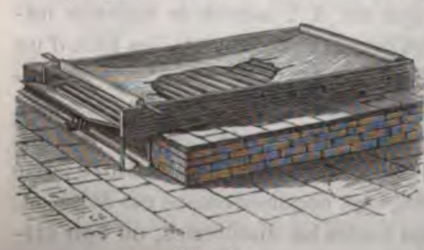


Fig. 534.
Table de déplacement de M. Kessler pour la préparation des moûts de betterave.

[redacted]

erte d'une toile qui reçoit la pulpe. Cette surface filtrante est ntourée de rebords munis de rails sur lesquels roule le *bac à narger*. Elle est placée au-dessus d'une aire imperméable qui èverse en pente douce vers les cuves de fermentation. La table e déplacement est du reste partagée en un nombre de comartiments correspondant à l'importance de la distillerie.

Le *bac à charger* est formé d'une caisse demi-cylindrique, connant un agitateur dont l'axe lui est excentrique ; sa partie inféeure est fermée par deux registres engagés dans deux cadres ectangulaires. L'ouverture de ces registres, qui a lieu de chaque oté du bac, permet de faire écouler facilement la pulpe au-desous et d'arrêter à volonté la vidange. A l'un des bords extérieurs es cadres rectangulaires est adaptée une règle en tôle, percée de uatre fentes verticales allongées, qui occupe toute la longueur u *bac à charger*. Dans chacune de ces fentes passe une vis, dont écrou à ailettes maintient la règle à différentes hauteurs ; c'est et appendice du bac à charger qui remplit l'office d'une racle our niveler la pulpe déversée sur les tables.

Lorsque l'ouvrier qui alimente la râpe juge que le bac est sufsamment plein pour charger un compartiment de table, il met courroie de la râpe sur la poulie folle et donne quelques tours e manivelle au bac ; la pulpe brassée par les ailettes de l'agiteur devient homogène ; l'ouvrier, faisant alors rouler le bac r les rails qui bordent la table, l'arrête à l'entrée du comparnent qu'il doit charger, soulève les deux registres, pousse rapiment le bac jusqu'à l'extrémité opposée, referme alors les ulisses, et renvoie d'un tour de bras l'appareil à sa position imitive. L'écoulement de la pulpe, sa répartition, son nivelleent par la racle, forment ainsi une seule opération ; en queles minutes, 800 à 1,000 kilogrammes de betteraves râpées nt ainsi transportées et réparties en couche uniforme sur la ble de déplacement. La hauteur de la couche de pulpe ainsi andue n'excède pas 12 centimètres. Alors un ouvrier arroir procède au déplacement du jus en promenant de temps temps sur toute la couche de pulpe un tuyau d'arrosage par quel arrivent les vinasses qui, de l'alambic, sont envoyées r une pompe dans un réservoir supérieur. La filtration s'ectue avec rapidité, et on arrête l'aspersion lorsque le liquide marque plus que un demi ou un degré à l'aréomètre de Baue. Le jus déplacé est conduit par une pompe dans les cuves de rmentation, et, lorsqu'il est entièrement écoulé, un ouvrier

pousse avec un râteau la pulpe dans un *bac à décharger*, monté sur des rails, et qui circule le long de la table. Ce bac conduit la pulpe dans le magasin où on la prend pour la mettre en silo ou la donner à manger au bétail.



Fig. 535.—Distillerie du système Kessler (vue perspective).

Les figures 535 et 536 représentent, en plan et en perspective, une

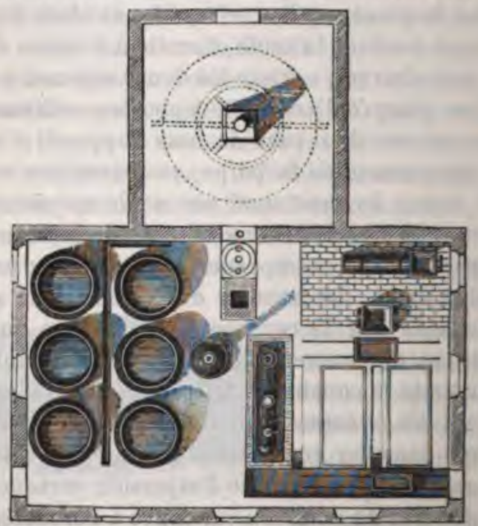


Fig. 536.—Distillerie du système Kessler (plan).

distillerie du système Kessler. Un manége fait mouvoir le laveur

t le coupe-racines, ainsi que les pompes ; il peut être remplacé ar une machine à vapeur. On voit, à la droite des dessins, les acs à charger et à décharger, les tables de déplacement ; au entre, l'alambic ; et à gauche, les cuves de fermentation.

Ce système de distillerie se prête au traitement non-seulement e la betterave, mais encore de toutes les autres racines sucrées ; peut aussi servir pour le traitement des matières féculentes. cet effet, par une disposition particulière de la rainure des ıdres, on peut fixer d'une manière hermétique les deux registres ı tôle, en sorte que la caisse du bac à charger devient un réser-oir complétement étanche. Quelques boulons serrant les bords ıpérieurs de la glissière contre les quatre côtés de chaque re-istre, et un peu de mastic interposé procurent ce résultat. Un ouvercle bombé, que l'on place sur les bords supérieurs de la aisse, achève de transformer le bac à charger en un pétrin ma-ērateur, dans lequel il est commode de faire la saccharification oit de la pomme de terre, soit des grains. Cette disposition st très-avantageuse ; car il est important que les distillateurs uissent, à volonté, selon que les prix des matières premières endent l'opération plus ou moins avantageuse, traiter, soit des ommes de terre, soit du seigle, soit du maïs, etc., soit seule-nent des matières sucrées.

Lorsque le distillateur emploie des matières féculentes, une opération essentielle de la préparation des moûts consiste dans a saccharification. On l'effectue, soit par l'action des acides, soit par elle du malt, ou simplement au moyen des matières azotées aturellement contenues dans les grains. Les derniers procédés ont préférés dans toutes les distilleries où l'on cherche à utiliser es résidus pour l'engraissement du bétail, ce qui est le cas le plus général. Quand on saccharifie par l'acide sulfurique, on est conduit à saturer l'excès d'acide par de la craie, et il en résulte un précipité de sulfate de chaux qui force à jeter tous les résidus. Aussi on a proposé d'employer l'acide chlorhydrique et de saturer par du carbonate de soude. Une autre solution de la difficulté a consisté à allier la distillation des grains à celle des betteraves. Les grains étant saccharifiés par l'acide chlorhy-drique, on se sert du moût pour la macération des betteraves ; l'excès d'acide se sature par les sels calcaires qui se trouvent dans les racines, et l'on obtient une pulpe très-nourrissante, puis-qu'elle est enrichie de toutes les matières azotées des grains.

Le système Kessler se prête très-bien à des combinaisons de ce

genre. Lorsqu'on veut l'appliquer exclusivement à un traitement des pommes de terre, on râpe celles-ci en faisant tomber les pulpes dans le bac à charger, transformé en cuve à saccharifier par l'addition et le lutage de la seconde moitié du cylindre. Entre la râpe et le bac on a seulement placé un tamis grossier qui arrête les pellicules et les morceaux; ceux-ci sont rejetés sur la râpe, pour que rien ne soit perdu. Un filet d'eau favorise le tamisage. Quand le bac contient la pulpe d'environ 400 kilogr. de pommes de terre (5 hectolitres et demi), on la mélange avec 200 litres d'eau à 50 ou 60°, puis on ajoute encore peu à peu 400 à 450 litres d'eau bouillante. La pulpe se transforme peu à peu en empois épais, opalin, et enfin presque transparent. On a fait tremper à part, pendant environ une demi-heure, 20 à 25 kilogr. d'orge maltée, réduite en farine fine, dans de l'eau à 35°. On découvre au besoin le bac, et on fait tourner rapidement l'empois à l'air, jusqu'à ce que la température soit descendue à 65 ou 70°, et on ajoute le malt. On recouvre l'appareil et on le maintient alors à cette dernière température pendant deux ou trois heures, en agitant la masse. Au bout de ce temps, la saccharification est achevée, et on laisse écouler le moût sur les tables filtrantes, où il se refroidit. Si l'on préfère ne point filtrer, on enlève les châssis filtrants des tables, et l'on se sert de celles-ci comme les brasseurs se servent de leurs bacs à refroidir, en bouchant l'orifice de sortie des jus. On obtient ainsi des moûts bien saccharifiés, et ramenés à la température de 24 à 32°, que l'on choisit pour la fermentation.

Pour saccharifier par le même système un grain quelconque, par exemple, du seigle, on le mêle avec le quart ou le sixième de son poids d'orge maltée, et on fait moudre le tout grossièrement. On verse la farine dans son poids environ d'eau tiède à 50° environ, en laissant la trempe se bien faire, ce qui exige à peu près un quart d'heure. On procède alors à la saccharification en ajoutant quatre fois autant d'eau que précédemment, et en portant la température du mélange à 65 ou 70°, et en agitant doucement le bac, couvert pendant quelques heures. Au bout de ce temps, on laisse écouler le liquide sur les tables, transformées en simples bacs réfrigérants par l'enlèvement des châssis filtrants, ou bien en se servant de leur double fond, dans le but d'avoir des liqueurs claires en même temps que refroidies. Par une addition d'eau, on ramène d'ailleurs facilement le moût à la température convenable pour la fermentation.

Dans les distilleries agricoles, on arrive à avoir des résidus cuits, et généralement on préfère ne pas filtrer. Là où l'on n'a pas un système propre à la distillation des betteraves, tel que le système Kessler, où l'on distille seulement des grains ou des pommes de terre, et quelquefois des topinambours, on arrive à monter des distilleries très-simples avec une installation assez peu coûteuse, dont les figures 536 et 537, qui représentent une dis-

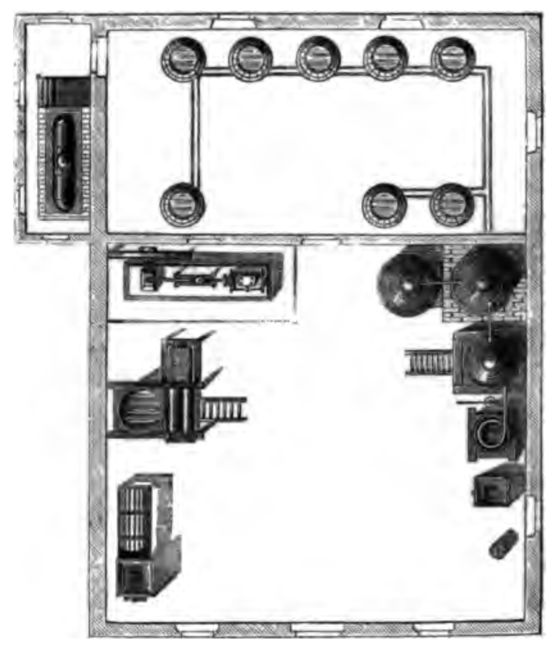


Fig. 537.—Plan de la distillerie de Reichshoffen (Bas-Rhin.)

tillerie établie à Reichshoffen (Bas-Rhin), par M. le comte de Leusse, donnent la vue intérieure et le plan. En avant, sur la gauche, se trouve le laveur de racines. On voit un peu plus loin, et sur un échafaudage, le tonneau dans lequel on fait la cuisson, tandis qu'au-dessous sont placés les rouleaux pour l'écrasement, puis le macérateur pour la cuisson, et au-dessus, au premier étage, un petit moulin pour la mouture des grains et du malt. Les cuves pour la fermentation sont au fond, l'alambic est sur la droite. Le laveur, le moulin, les rouleaux à écraser, le macérateur destiné à la saccharification, et toutes les pompes, sont mus par une machine à vapeur que l'on aperçoit derrière l'appareil de cuisson et de macération; les chaudières donnant la vapeur

pour la machine et pour l'échauffement des liquides étant placées dans un petit bâtiment sur l'arrière-plan à gauche. La cuisson des pommes de terre a lieu à la vapeur, l'eau de condensation tombant dans un double fond du tonneau. Leur écrasement doit se faire dès qu'elles sont cuites, et alors qu'elles sont encore bouillantes, et il est bon de les faire tomber en purée dans le macérateur lorsque déjà celui-ci contient la farine de malt délayée, grâce à l'agitateur, dans sept à huit fois son poids d'eau froide. On peut n'employer que 3 de bon malt pour 100 kilogr. de tubercules. Quand le mélange de la purée et de la bouillie est fait, ce qui demande quinze à vingt minutes, on couvre le ma-


Fig. 538.—Vue de la distillerie de Reichshoffen (Bas-Rhin).

cérateur et on élève, par de la vapeur, la température à 70°, pour que la saccharification s'effectue, ce qui se produit, dans les matières ainsi pâteuses, en une demi-heure environ. On fait alors passer de l'eau par le double fond, jusqu'à ce qu'on amène la masse à la température de 30°, et on envoie aussitôt le moût dans les cuves de fermentation.

Pour la distillation des grains, il faut, outre l'outillage que montrent les fig. 537 et 538, dans le cas où l'on veut avoir des moûts clairs, une cuve matière à double fond, analogue aux cuves des brasseurs; on y laisse déposer les moûts quand la saccharification est complète, et on décante quand la température s'est suffisamment abaissée. L'inconvénient de cette méthode,

'est que les vinasses sont souvent en quantité gênante, et que aliment pour le bétail est moins bon. Au contraire, en opérant vec des moûts épais, on produit la saccharification avec une noindre quantité de liquide; on étend seulement d'eau pour faire e refroidissement après saccharification, et on a des résidus cuits xcellents. La proportion d'eau est à peu près d'une fois et demie elle de la farine; celle du malt varie du cinquième au sixième.

En mélangeant de la farine dans les distilleries aux pommes de erre, dans la proportion de 10 pour 100, au début de l'opération, t avec le malt, avant de faire arriver dans le macérateur la purée e pommes de terre cuites, on augmente beaucoup la valeur des ésidus pour l'engraissement du bétail. L'emploi du maïs, réduit n farine grossière, donne surtout des résultats avantageux, tant ous le rapport du rendement en alcool que sous celui de la aleur des résidus.

On sait que le malt n'est pas autre chose que de l'orge qui, près avoir été trempée pour être pénétrée dans toutes ses parties, st ensuite soumise à la germination faite à une température onvenable pour produire de la diastase sans une déperdition rop considérable dans le poids du grain, et enfin est desséchée ans des tourailles et débarrassée des radicelles par un tarare à osses et un ventilateur. On pourrait obtenir de la diastase avec 'autres grains; mais on regarde comme établi dans l'industrie ue l'orge maltée est non-seulement un puissant auxiliaire pour a saccharification, mais qu'elle donne encore, dans la macération, de la légèreté aux matières pâteuses. Néanmoins on peut rès-bien réussir en faisant germer les autres grains, et en mélangeant alors 2 à 3 kilogrammes de balles de blé pour 100 kilogr. le grains crus à la masse mise en macération. En Allemagne, lans beaucoup de distilleries, on fait préalablement germer tous es grains dont on veut extraire de l'alcool, et l'emploi du malt l'orge n'est plus nécessaire.

Le maltage ou la germination préalable n'est pas absolument ndispensable pour obtenir la saccharification des grains, pariculièrement de ceux qui sont riches en gluten ou en matières albuminoïdes. Après que la matière amylacée a été complétement amenée à l'état d'empois par la macération de la farine dans six à sept fois son poids d'eau, le tout étant porté à la température de 70°, quand l'encollage est bien fait, on abaisse la température à 50° par une addition d'eau froide, et, couvrant la cuve dans laquelle se fait l'opération, on abandonne la masse à elle-même pendant

quatre à cinq heures, en ayant soin que le refroidissement au-dessous de 50° ne se produise pas, et en mélangeant de temps en temps toutes ses parties par un agitateur. On refroidit ensuite de nouveau par de l'eau jusqu'à 22°, et on a le moût bon à fermenter.

En général, il est bon, quel que soit le procédé de saccharification employé, que la transformation de la fécule en glucose soit complète. On s'assure de ce fait en cherchant si l'empois bleuit encore par l'addition d'une légère teinture d'iode; cependant beaucoup de distillateurs laissent la saccharification s'achever pendant la fermentation. Dans ce but, et afin d'empêcher aussi des réactions secondaires, on conseille d'ajouter un peu d'acide sulfurique dans la proportion de 1 kilogr. pour 1000 litres de moût, au moment où l'on étend pour la dernière fois le liquide après la saccharification. Quand on fait cette addition d'acide une première fois, et que, pour refroidir, on se sert, dans la suite des opérations, de vinasses au lieu d'eau, on peut réduire la quantité d'acide à environ la moitié. Cet emploi de l'acide à faible dose ne paraît pas nuire à la qualité des résidus pour l'alimentation du bétail; il est indispensable lorsqu'on soumet le riz ou le dari (millet) à la distillation, pour qu'on obtienne un rendement en rapport avec la richesse en fécule des matières premières.

C'est à cause du rendement avantageux et de la facilité de l'opération que beaucoup de grandes distilleries ont recours à la saccharification par l'acide, et perdent les résidus. Le procédé consiste à projeter la fécule par petites portions dans quatre à six fois son poids d'eau, si elle est sèche, ou dans deux fois son poids d'eau si elle est délayée, cette eau ayant été additionnée d'acide sulfurique dans la proportion de 2,5 pour 100 de fécule sèche.

On délaye préalablement la fécule dans deux fois son poids d'eau, puis, portant à l'ébullition le liquide acidulé, on y projette la fécule par petites portions, en maintenant constamment la température et en attendant deux ou trois minutes après que l'on a versé une quantité de fécule correspondant à 10 kilogr. de fécule sèche. A la fin on prolonge l'ébullition jusqu'à ce que la matière ne donne plus aucune coloration avec l'iode; alors on arrête l'injection de vapeur qui entretenait la température, et l'on verse dans la cuve de la craie en poudre par petites fractions, et en quantité totale égale au poids de l'acide employé. Après l'opération, on fait encore bouillir un instant, et on s'assure s'il

y a eu assez d'acide en essayant la matière avec du papier bleu de tournesol. On laisse alors déposer le sulfate de chaux, et le liquide éclairci est envoyé dans la cuve à fermentation. Quand il s'agit de saccharifier des grains, on les met à l'avance tremper dans une fois et demie leur poids d'eau contenant 2 à 3 pour 100 d'acide sulfurique ou 3 à 4 pour 100 d'acide chlorhydrique. Au bout de vingt-quatre heures, on écrase le grain en le faisant passer entre deux cylindres, puis on introduit la masse dans une cuve, où on la porte à la température de 100 degrés par un barbotage de vapeur; au bout de quinze à seize heures, la saccharification est achevée; on sature par la craie, et l'on étend d'eau froide jusqu'à ce que le moût soit ramené à la température convenable pour la fermentation. Par ce procédé de saccharification, au lieu d'eau pour les opérations subséquentes, on peut employer les vinasses; néanmoins, il y a toujours une très-grande quantité de liquide à déverser dans les cours d'eau, outre le plâtre déposé, qui n'est bon qu'à servir comme engrais.

Nous avons dit plus haut qu'on cherchait maintenant à annexer la distillation des grains à celle des betteraves, de façon à supprimer l'emploi de la craie et à se servir du moût acide provenant du traitement des grains pour la macération des racines. Alors il n'y a plus rien de perdu pour l'alimentation du bétail.

V.—FERMENTATION

Généralement, lorsque le moût a été préparé, on le met en fermentation pour obtenir la transformation du sucre en alcool et en acide carbonique, en y ajoutant de la levûre de bière dans une proportion variable, suivant sa qualité, mais qui est à peu près celle d'un demi-millième.

La levûre est préalablement délayée dans un peu d'eau. On évite une trop grande consommation de levûre, en se servant d'un mode de fermentation méthodique dont le principe consiste à employer une partie du liquide en pleine fermentation pour mettre en train un moût nouveau. C'est le principe de la fermentation continue du système Champonnois.

Comme, en résumé, d'après l'ensemble de toutes les recherches entreprises sur la question, et surtout d'après celles de M. Pasteur, la fermentation alcoolique n'est qu'une décomposition de la matière sucrée déterminée par les phénomènes vitaux de globules qui se développent, se reproduisent et se multiplient par bour-

[illegible] et se nourrissent avec les substances [illegible] phatées et sucrées, au sein desquelles ils se trouvent placés, il faut toujours se mettre dans les circonstances les plus favorables pour que les phases de la vie cellulaire spéciale s'accomplissent. C'est pour cela que les moûts doivent nécessairement contenir les matières albumineuses et phosphatées, être pourvus d'agents acides ou alcalins, être placés à une température d'environ [illegible], et enfin recevoir de la semence de ferment par l'addition, soit de levure de bière, soit d'un liquide déjà en pleine fermentation, soit de germes d'organismes apportés par l'air. Alors le sucre cristallisable subit une interversion et ensuite se transforme en acide carbonique, alcool, puis en un peu de glycérine, d'acide succinique, de cellulose, de matières grasses, dont la production est la conséquence de la plus ou moins grande activité des organismes vivants.

Dans les distilleries industrielles, on a toujours recours originairement à de la levure de bière pour faire partir les fermentations ; on les entretient ensuite par le ferment produit et par le liquide en train de fermenter, en ajoutant toutefois une certaine quantité de levure, lorsque des accidents surviennent. Pour éviter la formation d'écumes ou de mousses en trop grande quantité, on asperge la surface des cuves avec un balai trempé préalablement dans une dissolution de savon, ou dans une émulsion d'huile.

On attribuait naguère à une action spéciale de l'oxygène de l'air la fermentation spontanée du moût de raisin lorsque la vendange plus ou moins écrasée est abandonnée dans les cuves des celliers des pays vinicoles. On admet aujourd'hui que l'air apporte les organismes à l'aide desquels la fermentation commence pour s'accélérer ensuite avec une activité croissante au fur et à mesure que les globules du ferment se multiplient. Il est probable que dans les celliers où l'on a l'habitude de faire cuver la vendange, les germes nécessaires au départ de la fermentation se sont accumulés depuis longtemps ; leur accès dans des lieux nouveaux et où il n'y a pas encore eu de vinification n'a rien que de très-naturel ; il se fait par la circulation de l'air de la contrée. Il est constant du reste que, dans les celliers nouveaux, les fermentations commencent moins facilement que dans les anciens. On commence d'ailleurs, dans les pays viticoles, à ne plus s'en rapporter tout simplement à la nature pour obtenir de bons résultats ; on élève la température artificiellement, lorsque cela est nécessaire ; on emploie en outre une partie du ferment déjà produit pour mettre en

ain la fermentation dans d'autres cuves; on reconnaît enfin la écessité d'aider la multiplication des globules qui doivent amener . transformation des matières sucrées.

On a vu que dans les distilleries où l'on opère sur des racines u d'autres plantes cellulaires, on opère, pour obtenir la moût fer- nentescible, en séparant le jus sucré de ce qu'on appelle la pulpe, aquelle, destinée à être mangée par le bétail, se trouve appauvrie es matières nutritives albuminoïdes et autres, entraînées en même emps que le sucre. On obvie, en grande partie, à cet inconvénient, ar les procédés de macération ou de filtration avec les vinasses ui ramènent dans les pulpes d'une opération subséquente ce qui été enlevé dans celles d'une opération précédente; c'est le prin- ipe des procédés Champonnois et Kessler. Un procédé imaginé ar M. Leplay donne à la question une solution complétement ifférente. Ce procédé consiste, en principe, à ne pas produire de us du tout, à opérer la fermentation du sucre dans la plante elle- nême, par exemple dans la betterave. On fait intervenir une ertaine quantité de jus fermenté sur la betterave en morceaux our communiquer le mouvement de fermentation au sucre qui y trouve contenu, et l'on se sert indéfiniment du même liquide, n y ajoutant seulement de l'acide sulfurique. On opère ensuite distillation de l'alcool, en soumettant à l'action de la chaleur, s morceaux eux-mêmes dans les cellules desquels l'alcool a rem- lacé le sucre.

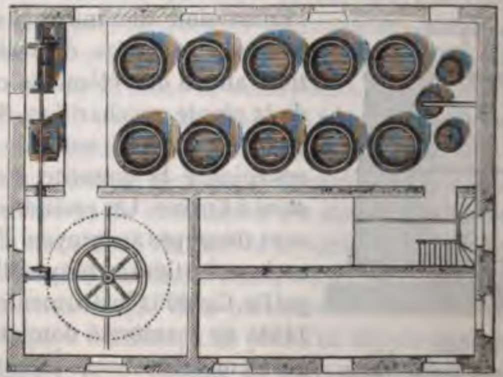
Dans le système Leplay, on emploie la vinasse elle-même pour ver les racines, ce qui donne l'avantage d'un nettoyage plus cile, et en outre, diminue le refroidissement des cuves lors de l'immersion des morceaux dans les cuves. La vinasse, du reste, ne contient aucun des éléments constitutifs de la plante saccharifère. Son emploi au lavage permet aussi de beaucoup restreindre la quantité d'eau nécessaire à l'usine. Les racines et les fruits sont découpés au moyen d'un coupe-racines; les tiges au moyen d'un hache-paille. Ces deux instruments sont combinés de manière à donner des morceaux ou des tranches d'un volume tel que, dans la cuve à fermentation ig. 539 et 540), il n'y ait point de ferment et que néanmoins la



Fig. 539.
Cuve à fermentation du système Leplay (élévation).

fermentation puisse pénétrer jusqu'au centre de chaque fragment. Pour la betterave, la mise en train s'opère en remplissant la cuve aux deux tiers de morceaux et d'eau que l'on porte à la température de 28°; on ajoute à l'eau de 3 à 4 kilogr. d'acide sulfurique pour 1,000 kilogr. de racines; on réduit cette dose à 2 kilogr. et demi pour les tiges sucrées et à 2 kilogr. pour les fruits. On laisse macérer pendant quatre heures, en brassant de temps en temps, puis on introduit 4 kilogr. de levure de bière pour 1,000 kilogr. de morceaux et on abandonne à la fermentation. Lorsque celle-ci est terminée, on enlève les morceaux fermentés, et on les remplace par des morceaux frais, en quantité égale, sans changer de liquide et en ajoutant la même dose d'acide que précédemment. On fait ainsi successivement quatre charges de morceaux de betterave dans le même bain, en réduisant successivement de 1 kil. la quantité de levûre. Le bain est alors complet; il peut servir indéfiniment; on n'est obligé d'ajouter de la levûre que dans le cas où, par suite de quelque manque de soin dans le maintien de la température entre 20 et 28°, et du rapport entre le volume du bain et celui de la matière, qui doit être de 2 litres du premier par chaque kilogr. du second, la fermentation viendrait à se ralentir. La proportion d'acide ajoutée,


Fig. 540. Cuve à fermentation du système Leplay (coupe verticale).


Fig. 541.—Plan d'une distillerie du système Leplay.

chaque fois variable selon la qualité des betteraves, doit être de

[redacted]

1 à 2 kilogr. par 1,000 kilogr. de racines. Un tuyau amenant de la vapeur peut servir à réchauffer le bain. Un couvercle à claire-voie, composé de linteaux croisés maintenus par des barres s'engageant sous des tasseaux, donne le moyen de faire en sorte que les morceaux soient toujours immergés dans le liquide. Lorsque la fermentation est achevée, les morceaux sont extraits pour être portés dans des appareils distillatoires particuliers. Les fig. 541 et 542 montrent l'agencement général d'une distillerie du système Leplay. Un manége, que l'on voit en avant et sur la gauche du



Fig. 542.—Vue intérieure d'une distillerie du système Leplay.

plan (fig. 541), fait marcher le laveur et le coupe-racines. Une chaudière fournit la vapeur qui sert à réchauffer les cuves à fermentation placées dans le milieu de l'usine et dont les robinets de vapeur sont en communication avec une conduite générale, et à opérer la distillation dans les trois colonnes où l'on place les pulpes fermentées à leur sortie des cuves. Là, les pulpes sont cuites en même temps que privées de tout leur alcool; elles sont extraites de l'appareil pour servir à l'alimentation du bétail; elles ont conservé tous leurs éléments constitutifs, sauf le sucre, et c'est là, comme on l'a déjà vu, le but que l'on cherche à atteindre dans toutes les distilleries agricoles.

VI.—DISTILLATION ET RECTIFICATION.

Quand l'alcool a été produit dans un moût, celui-ci est devenu un vin pour le distillateur, qui n'a plus qu'à le faire passer dans un alambic. Les matières pâteuses ou en morceaux qui ont subi la fermentation sont soumises à la distillation d'une manière tout à fait

[illegible] [illegible] quelques changements seulement dans les appareils.

Les premières distillations donnent les flegmes ou alcools faibles. Les secondes distillations ou rectifications donnent les alcools. Pour les eaux-de-vie de vin, de cidre, et généralement pour toutes celles livrées directement à la consommation, une distillation suffit [illegible] la rectification pour les alcools industriels.

Beaucoup de constructeurs font des alambics qui se distinguent les uns des autres par quelques détails; mais tous les appareils employés aujourd'hui dérivent de celui de cellier Blumenthal, perfectionné par Derosne. Les modifications les plus essentielles consistent dans l'emploi de moyens propres à rendre la distillation continue, à éviter les pertes de chaleur et à obtenir plus rapidement le titre alcoolique voulu.

A l'alambic simple ordinaire et à son réfrigérant sont ajoutés : un chauffe-vin, dans lequel on utilise la chaleur provenant de la condensation d'une partie des vapeurs au chauffage des vins ou des flegmes, un appareil de rétrogradation, qui ramène les vapeurs [illegible] condensées pour les faire volatiliser de nouveau, enfin un [illegible] qui achève l'enrichissement des vapeurs condensées.

Deux chaudières [illegible] fournissent la vapeur : l'inférieure à la supérieure, [illegible] du vin échauffé, si déjà il n'était presque complètement dépouillé d'alcool, par les autres organes. Au-dessus de la seconde chaudière se trouve une colonne munie d'une série de plateaux superposés, au moyen desquels le vin descendant est mis en contact avec les vapeurs ascendantes sur une très-large surface. Au-dessus, enfin, est placée une seconde colonne munie d'une autre série de plateaux formant des [illegible] dans lesquelles le vin est traversé en barbotage par les vapeurs : c'est le [illegible]. Le produit de la condensation des vapeurs dans cet organe est envoyé directement au réfrigérant, si son titre est assez élevé. Dans le cas contraire, il est ramené par la rétrogradation, dans cette même colonne, où il est analysé de nouveau par les vapeurs déjà enrichies pendant leur ascension à travers les plateaux de la colonne inférieure ; il y entre avec une richesse supérieure à celle du vin qu'il y rencontre, et, après s'être dépouillé à mesure de sa descente, il sort avec une richesse à peu près égale à celle du même vin avec [illegible] dans la colonne inférieure, où ils achèvent en[illegible]uiller complétement d'alcool.

[redacted]

› sont des appareils de ce genreque fournissent la plupart des ›tructeurs, notamment la maison Cail. Les alambics des distil-s où l'on rectifie ne diffèrent que par quelques détails de ceux on fait seulement des flegmes, et, en particulier, en ce que le gérant condense par de l'eau froide, tandis que les flegmes se ent dans la chaudière chauffée par de la vapeur. Dans les ıbics de simple distillation, le vin sert comme réfrigérant, et a des agitateurs pour empêcher des dépôts de se former. La

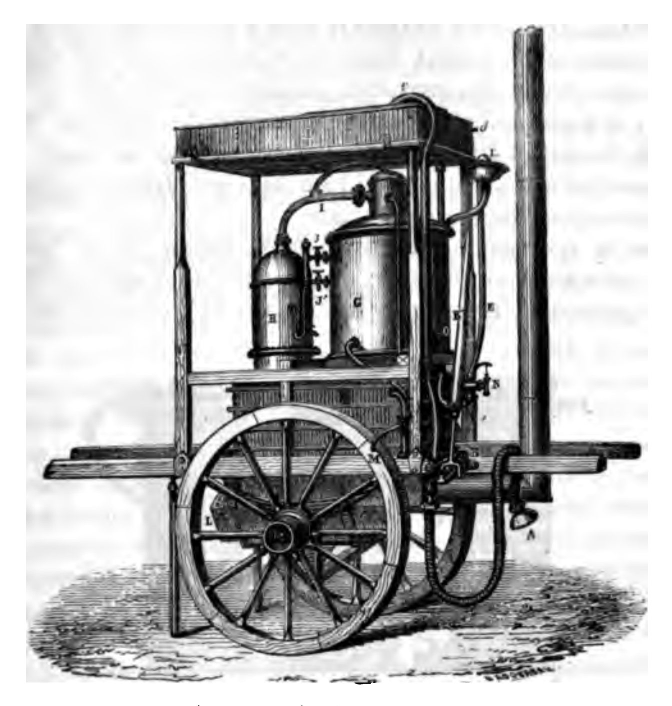


Fig. 543.—Alambic locomobile.

llation des matières pâteuses exige aussi l'emploi d'agita-s dans les chaudières.

ıns les pays viticoles et dans tous ceux où il y a peu de ma-›s à distiller, il est avantageux d'avoir des alambics locomo-› qui se transportent de ferme en ferme, ou de métairie en ıirie. La préparation des moûts et leur fermentation se font › des appareils qui appartiennent à chaque cultivateur. stillation a lieu dans un alambic commun ou apparte

un entrepreneur. La fig, 543 représente un alambic de ce genre. Un tube flexible A permet de puiser le vin dans un réservoir quelconque; au moyen d'une pompe B, manœuvrée par le levier F, on élève le vin à travers le tuyau C dans le bac D placé à la partie supérieure de l'appareil. Un entonnoir E' et un tuyau E conduisent le vin au bas du réfrigérant G où il s'élève naturellement, par suite de la différence des niveaux. En H est la colonne à rectifier, en K les plateaux de distillation, en L la chaudière en cuivre entourée de son fourneau en tôle. Le col de cygne I conduit les vapeurs de la colonne à rectifier H dans le chauffe-vin. Les tuyaux et les robinets JJ' rendent facile la rétrogradation des vapeurs alcooliques. On règle l'arrivée du vin dans l'appareil, par le robinet N; la sortie de l'alcool est en M. A l'aide de toutes ces dispositions, le contact du vin avec la vapeur est assez prolongé pour que l'analyse soit presque aussi bien faite que dans les appareils plus développés des grandes usines.

Dans le système de distillation de M. Leplay, on ne peut se servir des alambics ordinaires; on a recours à un appareil distillatoire particulier représenté par la figure 544, et on n'a recours

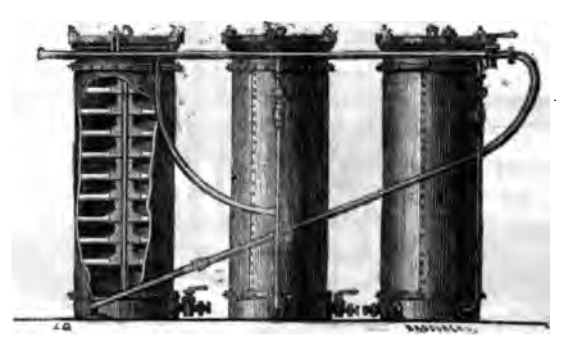


Fig. 544.—Appareil distillatoire du système Leplay.

aux alambics perfectionnés que pour la rectification. Cet appareil consiste essentiellement en une colonne traversée par une tige qui supporte des diaphragmes percés de trous pour laisser passer la vapeur et l'eau. C'est sur ces diaphragmes qu'on étend les morceaux fermentés en couches égales et régulières, dont l'épaisseur dépend de leur plus ou moins grande tendance à se déformer. Pour les betteraves, les topinambours et les carottes, l'écartement est de 0m,12 à 0m,18; il est moindre pour des fruits, plus considé-

:able pour les tranches de tiges sucrées. Le diaphragme inférieur aisse entre lui et le fond un vide égal au cinquième de la hauteur de .a colonne pour recevoir les eaux de condensation. La petite quan-:ité d'alcool qu'elles pourraient retenir leur est enlevée en les faisant traverser en barbotage par la vapeur. On les écoule par un robinet placé un peu au-dessus de l'arrivée du tuyau barboteur, lequel, étant noyé, donne un jet qui ne peut soulever les mor-:eaux et se frayer un passage rapide, susceptible de rendre l'épuisement incomplet. Après avoir traversé ce double fond, la vapeur, fournie par une chaudière à trois atmosphères, pénètre à :ravers les morceaux du premier diaphragme, les échauffe jusqu'à eur centre, s'empare de leur alcool, et s'enrichit de plus en plus ans les couches successives. Selon M. Leplay, chaque morceau, haque cellule devient un organe de rectification dans lequel se roduisent les phénomènes de la condensation des vapeurs queuses en même temps que l'enrichissement des vapeurs lcooliques. Cette action se répète successivement dans chaque ouche : les supérieures donnent des vapeurs d'un fort degré uand les inférieures sont descendues à zéro. La moyenne des roduits obtenus avec une seule colonne serait d'un trop faible .egré pour être soumise à la rectification ; on fait passer les 'apeurs dans une seconde colonne dont elles attaquent les couches nférieures, en abandonnant les couches supérieures de la pre-nière. En établissant la communication dès que les vapeurs de la)remière tombent à 25 ou 30°, on obtient de la seconde des pro-luits à 50° ou 55°. L'appareil complet comporte trois colonnes: 'une est en charge pendant que les deux autres sont en train. Le :hargement et le déchargement s'opèrent diaphragme par dia-)hragme, au moyen d'une petite grue pivotante. Chaque colonne :ommunique, par des tuyaux munis de robinets, de haut en bas ıvec les deux autres, inférieurement avec le générateur à vapeur, ;upérieurement avec le refrigérant. La pulpe, qui a été ainsi sou-nise pendant plusieurs heures à l'action d'un courant de vapeur à :rois atmosphères environ, est parfaitement cuite et est livrée ıu bétail.

Dans un bon travail, les distilleries bien montées, quel qu'en soit l'ailleurs le système, donnent les rendements suivants pour 100 kil. le matières en litres d'alcool ramené à 100 degrés centésimaux : 3lés durs, 26; blés tendres, 29; seigle, 27 ; orge, 25 ; avoine, 22 ; naïs, 31 ; millet, 29 ; riz, 37 ; sarrasin, 37 ; châtaignes vertes, 16 ; narrons d'Inde, 9 ; fèves de marais, 15 ; haricots, 17 ;—pommes de

terre, 5 à 7; betteraves, 3.5 à 5; topinambours, 4.5 à 6.5; navets, rutabages, 2 à 4; carottes, 3.5 à 5;—tiges de sorgho, 3 à 5; tiges de maïs, 4 à 5; cannes à sucre, 10;—melons, 5 à 7; potirons et citrouilles, 3.5 à 5; pommes et poires, 1.5 à 2.5;—cerises à kirsch, 3 à 4.5; couetches fraîches, 4 à 5; groseilles, 3.5 à 4; figues fraîches, mûres, framboises, 4 à 7; pruneaux, 7 à 9; figues sèches, 20 à 25;—sucre, bonne cassonade, 45; glucose seule, 41; mélasse de canne à 39° Baumé, 21; mélasse de betterave, 17; miel à 36° Baumé, 32;—fécule blanche sèche, 34 à 40;—vins du Midi, 10; gros cidre, 7.

En supposant que, par des appareils d'une perfection extrême, on pût retirer de ces matières premières tout l'alcool qui correspond à leur richesse en sucre ou en fécule, on n'obtiendrait guère plus d'un dixième en plus des quantités marquées par les chiffres précédents; dans la pratique, quand les fermentations sont incomplètes, ou mal conduites, on a souvent un cinquième en moins. La distillation est aujourd'hui une industrie tellement avancée qu'on ne peut pas espérer tirer plus d'alcool des substances fermentescibles. Les progrès ne peuvent consister que dans des règles plus certaines pour bien conduire les fermentations.

J. A. BARRAL.

FIN.

PARIS.—IMPRIMÉ CHEZ BONAVENTURE, DUCESSOIS ET Ce,
55, quai des Augustins.

TABLE ANALYTIQUE DES MATIÈRES

A

[redacted]

B

[redacted]

D

[redacted]

F

G

H

I

J

K

L

M

[redacted]

P

[redacted]

Q

R

[redacted]

U

V

X, Y, Z.

FIN DE LA TABLE ANALYTIQUE.

PARIS. — IMP. V. GOUPY ET Ce, RUE GARANCIÈRE, 5.

THE NEW YORK PUBLIC LIBRARY
REFERENCE DEPARTMENT

This book is under no circumstances to be taken from the Building

form 410

